

629.1343

H97m

1920



HUTH

Motoren für Flugzeuge  
und Luftschiffe

# ESHA

THE UNIVERSITY  
OF ILLINOIS  
LIBRARY

629./3435

H97m

1920

~~\_\_\_\_\_~~  
~~\_\_\_\_\_~~  
~~\_\_\_\_\_~~

75

ZE  
RÖLEN

A.-G.

\* **BLOCKWERK** \*  
SIEMENSSTADT BEI BERLIN

75/10

# Eisenführ

Werkzeugmaschinen

**Werkzeuge**

für

Motorenbau

E i n r i c h t u n g

**kompletter Werkstätten**

S p e z i a l i t ä t :

**Präz. - Gewindeschneidzeuge**

**Präz.-Meßwerkzeuge**

**Wilhelm Eisenführ**

**BERLIN S.14.**

**seit 1864**

# Entwerfen von leichten Verbrennungsmotoren, insbes. Luftfahrzeugmotoren

von

O. Winkler

(Handbücher für Motoren- und Fahrzeugbau Band 1)

Zweite, durchgesehene und verbesserte Auflage

305 Seiten Lexikon-Oktav mit 500 Abbildungen

Preis gebunden M. 60.—

Dazu der ortsübliche Sortimentszuschlag

## Inhaltsübersicht:

**Vorbemerkung.** — **I. Teil:** Über die Anforderungen, die an die Motoren gestellt werden. *Die Hauptanforderungen.* **I. Die Betriebssicherheit:** A. Die Ursachen der Betriebsstörungen. B. Die inneren Ursachen im allgemeinen. C. Die häufigsten Fehlerquellen. D. Erfordernisse zur Erreichung einer hohen Betriebssicherheit. — **II. Gewicht:** A. Begriffsbestimmung. B. Erfordernisse zur Erreichung eines geringen Gewichtes. — **III. Leistung:** A. Begriffsbestimmung. B. Erfordernisse zur Erreichung einer hohen Leistung. — **IV. Preis und Absatzgebiet.** — **II. Teil:** Über geeignete, allgemein gültige Maßnahmen zur Erfüllung der gestellten Anforderungen. **I. Maßnahmen zur Erreichung der Betriebssicherheit:** A. Die Erschütterungen: a) Die Massenkräfte im Kurbeltriebwerk; b) Drehmomente; c) Ungleichförmigkeitsgrad; d) Desaxialität; e) Massenkräfte im Nebentriebwerk; f) Bedingte Kräfte. B. Deformationen: a) Innere Ursachen; b) Äußere Ursachen. C. Lösen und Lockern von Verbänden: a) Lösbare Verbindungen; b) Unlösbare Verbindungen. D. Bruch: a) Allgemeines; b) Materialien; c) Ausführung. E. Leistungsverminderung. — **II. Maßnahmen zur Erreichung geringsten Gewichtes:** A. Allgemeines. B. Schweißverfahren. C. Anordnungsmöglichkeiten. D. Betriebsstoffgewichte. E. Detaildurchbildung. — **III. Maßnahmen zur Erreichung hoher Leistungen:** A. Benzinförderung. B. Gemischbildung. C. Gemischleitung. D. Die Verbrennungskammer. E. Die Arbeitsverfahren. F. Diagramme. G. Der mechanische Wirkungsgrad. — **III. Teil: Ausführungsbeispiele.** **I. Triebwerk:** A. Kolben. B. Pleuelstangen. C. Kurbelwelle. D. Steuerräder. E. Nockenwelle. F. Ventilgestänge. G. Das Triebwerk der Rotationsmotoren. — **II. Die Zylinder:** A. Allgemeines. B. Der Zylindermantel. C. Der Zylinderboden. D. Die Ventilkammern. E. Die Wasserkühlung. F. Die Luftkühlung. G. Die Ventile. — **III. Das Kurbelgehäuse:** A. Allgemeines. B. Das Kurbelgehäuse stationärer Motoren. C. Die Lagerung der Kurbelwelle. D. Die Verrippung des Kurbelgehäuses. E. Das Kurbelgehäuseunterteil. F. Das Kurbelgehäuse der Rotationsmotoren. — **IV. Nebenapparate:** A. Allgemeines. B. Der Vergaser und die Ansaugleitung. C. Der Magnetapparat. D. Die Wasserpumpe. E. Die Schmieranlage. — **V. Äußere Zubehörteile:** A. Fundamentierung. B. Auspuffleitung und Töpfe. C. Behälter. D. Die Kühler. — **VI. Gesamtanordnungen.** — **Schlußbemerkung.**



Motoren  
für  
Flugzeuge und Luftschiffe  
von  
Dr. Fritz Huth



**Verlagsbuch-  
handlung** 〰〰

**Richard Carl  
Schmidt & Co.**

**BERLIN W 62, Lutherstr. 14 — Tel.: Amt Lützow 5147**

## **Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

### **Band 1: Kritik der Drachenflieger**

von Ingenieur A. Vorreiter, Berlin. 2. Auflage. 136 Seiten mit  
121 Abbildungen. Preis gebunden M. 8.—

### **Band 2:**

### **Grundzüge der praktischen Luftschiffahrt**

von Victor Silberer, Wien. 240 Seiten mit 30, zum Teil ganz-  
seitigen Abbildungen und vielen Vignetten. Groß-Oktavformat.  
Preis gebunden M. 14.—

### **Band 3:**

### **Motoren für Luftschiffe und Flugapparate**

(Vergriffen. Siehe Band 14 u. 18.)

### **Band 4: Die Kunst zu fliegen**

ihre Anfänge, ihre Entwicklung. Von F. Ferber †. Deutsche  
Übersetzung von A. Schöning. 215 Seiten mit 108 Abbildungen.  
Preis gebunden M. 10.—

### **Band 5: Theorie und Praxis der Flugtechnik**

von Painlevé und Borel. Deutsche Übersetzung mit Nachträgen  
von A. Schöning. 256 S. mit 76 Abbild. Preis gebunden M. 14.—

### **Band 6: Das Flugzeug in Heer und Marine**

von Olszewsky und Helmrich v. Elgott. 300 Seiten mit  
59 Textabbildungen. (Zur Zeit vergriffen.)

### **Band 7: Aeronautische Meteorologie**

von Fr. Fischli. 213 Seiten mit 49 Abbildungen, Karten und  
Tafeln. Preis gebunden M. 12.—

### **Band 8: Der Fallschirm**

Seine geschichtliche Entwicklung und sein technisches Problem.  
Von Gustav von Falkenberg. 190 Seiten mit 83 Abbildungen  
im Text. Preis gebunden M. 12.—

### **Band 9 Hilfsbuch für den Flugzeugbau**

von Dipl.-Ing. O. L. Skopik. 220 Seiten mit 44 Abbildungen.  
(Zur Zeit vergriffen.)

### **Band 10:**

### **Handbuch für Flugzeugkonstrukteure**

von Camillo Haffner. 270 Seiten mit 218 Abbildungen. 2. Aufl.  
Preis gebunden M. 16.—

*Zu diesen Preisen treten noch die ortsüblichen Sortimentszuschläge.*  
(Fortsetzung vierte Seite.)

Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik

Band 14

# Motoren

## für Flugzeuge und Luftschiffe

von

Dr. Fritz Huth

Mit 218 Abbildungen im Text  
und einer Übersichtstafel über die Flugmotoren

Dritte vermehrte Auflage



BERLIN W 62

Richard Carl Schmidt & Co.

1920

**Band 11: Wie berechnet, konstruiert und baut man ein Flugzeug?**

von Dipl.-Ing. O. L. Skopik. 3. Auflage. 260 Seiten mit 200 Abbildungen. Preis gebunden M. 16.—

**Band 12: Flugzeug-Modellbau**

von P. L. Bigenwald, Ziv.-Ing. 171 Seiten mit 158 Abbildungen und Konstruktionszeichnungen. 2. Auflage. Preis gebunden M. 12.—

**Band 13: Fliegerhandbuch**

von k. k. Hauptmann und Feldpilot Robert Eyb. 3. Auflage. 300 Seiten mit 224 Abbildungen. Preis gebunden M. 24.—

**Band 14:**

**Motoren für Luftschiffe und Flugapparate**

von Dr. Fritz Huth. 3. Auflage. 230 Seiten mit 218 Abb. M. 20.—

**Band 15: Baustoffe und Bauteile**

von Dr. Fritz Huth. 200 Seiten mit 98 Abb. Preis geb. M. 14.—

**Band 16: Statik im Flugzeugbau**

von J. Schwengler, Ob.-Ing. 200 Seiten m. 70 Abb. Geb. M. 14.—

**Band 17: Praxis des Flugzeugbaues**

Ein Handbuch des Flugzeugbaues in 3 Bänden von K. Anacker, Ing. und Flugzeugführer. Band 1: Das Flugzeug und sein Aufbau. 200 Seiten mit 148 Abbildungen. Preis gebunden M. 12.—

**Band 18: Praxis des Flugzeugbaues**

Ein Handbuch des Flugzeugbaues in 3 Bänden von K. Anacker, Ing. und Flugzeugführer. Band 2: Der Flugzeugmotor. 260 Seiten mit 226 Abbildungen im Text. Preis gebunden M. 18.—

**Band 19: Praxis des Flugzeugbaues**

Band 3 in Vorbereitung.

**Band 20: Die Luftschraube**

Eine einfache Darstellung der Wirkungsweise von Luftschrauben von Dr. H. Borck. Mit 39 Textabb. und 5 Tafeln. Preis geb. M. 10.—

**Band 21: Navigation und Seemannschaft im Seeflugzeug**

Ein Handbuch für Marineflieger von Theo E. Sönnichsen. 170 Seiten mit 52 Abbildungen und Tafeln. Preis gebunden M. 12.—

**Band 22: Mechanische und technische Grundlagen des Segelfluges**

von Dr. R. Nimführ. 150 Seiten mit 26 Abbild. Preis geb. M. 12.—

**Band 23:**

**Skizzenbuch für Flugzeugkonstruktoren**

von W. Weikert und G. Haenisch. Mit 40 Tafeln. Preis gebunden M. 15.—

*Zu diesen Preisen treten noch die ortsüblichen Sortimentszuschläge  
(Weitere Bände sind in Vorbereitung.)*

629.13435

H 97 m

1920

UNIVERSITY OF ILLINOIS  
LIBRARY

## Vorwort zur ersten Auflage.

Im Titel des Buches ist noch zwischen Motoren für Flugzeuge und solchen für Luftschiffe unterschieden, weil zurzeit für Lenkballone noch etwas schwerere Motoren Verwendung finden. Da die Zuverlässigkeit, auf die es in erster Linie ankommt, aber durchaus nicht im geraden Verhältnis zum Materialaufwand steht, so dürfte dieser Unterschied bald verschwinden.

Der Zweck des Buches ist, in gemeinverständlicher Weise das zu bringen, was eigentlich jeder Gebildete vom Flugmotor wissen müßte, der wirklichen, erlebenden Anteil an dem Geschehen seiner Zeit nehmen will, deren wesentliches allgemeines Kennzeichen die Technik, und deren jüngstes, bedeutendstes Kind die Flugkunst ist.

Insbesondere soll es den vielen helfen, die ein Flugzeug bauen und sich über die verschiedenen Motoren unterrichten wollen, sei es, um sich über den ersten Motor schlüssig zu werden, sei es, einen nicht genügenden auszuwechseln. Vor allem aber soll es dem dienen, der den Motor zu behandeln hat, und der dies nicht mechanisch tun will, sondern mit Verständnis für das Arbeiten und die Eigenart der Maschine. Aus diesem Grunde ist außer den Besonderheiten des Flugmotors auch der Verbrennungsmotor allgemein behandelt, soweit dies erforderlich schien.

Berlin im März 1914.

Dr. Fritz Huth.

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Wegen des Krieges konnte die neue Auflage über die letzten Konstruktionen der Flugmotoren nur wenig Neues bringen. Dagegen sind die allgemeinen Teile des Buches erweitert, um seine praktische Brauchbarkeit zu erhöhen.

Berlin im April 1916.

Dr. Fritz Huth.

460204



## Vorwort zur dritten Auflage.

Durch Beendigung des Krieges sind die Rücksichten geschwunden, die bisher einer notwendigen Erweiterung des Buches im Wege standen. Die neuesten deutschen Flugmotoren konnten deshalb recht ausführlich, z. T. sogar in Schnittzeichnungen gebracht werden. Auch die ausländischen fanden nach Möglichkeit Berücksichtigung.

Ältere Motoren, die in irgendeiner Hinsicht beachtenswert waren, sind erwähnt geblieben, auch wenn sie heute keine Rolle mehr spielen. Sie lassen vielfach den Entwicklungsgang erkennen. Andererseits betreffen sie kleinere Bauarten, für die sich wieder ein Bedürfnis einstellen kann.

Die allgemeinen Teile des Buches wurden erweitert, um seine Brauchbarkeit auch für weitere Kreise zu erhöhen.

Berlin, im Herbst 1919.

Dr. Fritz Huth.

# Inhalt.

	Seite
Vorwort . . . . .	5
Entwicklung des Verbrennungsmotors zu Flugzwecken . . .	9
An einen Flugmotor zu stellende besondere Anforderungen .	10
Die Brennstoffe . . . . .	17
Der Verbrennungsvorgang . . . . .	18
Die Arbeitsverfahren . . . . .	19
Der Viertakt . . . . .	19
Der Zweitakt . . . . .	23
Die im Motor auftretenden Kräfte . . . . .	26
Der Explosionsdruck . . . . .	26
Die Massenkräfte . . . . .	27
Die Kräfte im Triebwerk. . . . .	29
Die Bestimmung der Leistung eines Flugmotors . .	31
Bauweisen . . . . .	40
Zylinderanordnungen . . . . .	40
Ventilanordnungen . . . . .	44
Bauteile . . . . .	48
Zündung . . . . .	48
Vergasung . . . . .	52
Kühlung . . . . .	54
Ölung . . . . .	56
Anlassen. . . . .	56
Ausgeführte Motoren . . . . .	58
Standmotoren . . . . .	58
Reihenmotoren . . . . .	58
Mercedes-Daimler . . . . .	58
Benz . . . . .	77
Argus . . . . .	94
N.A.G. . . . .	101
Basse-Selve . . . . .	106
Austro-Daimler . . . . .	109
Fiat . . . . .	113

	Seite
Maybach . . . . .	117
Bayrische Motoren-Werke . . . . .	125
Chenu . . . . .	128
Clerget & Co. . . . .	129
Rapp . . . . .	130
Örlikon . . . . .	134
Werner & Pfleiderer . . . . .	137
Zweitaktmotor Roberts . . . . .	140
Rheinische Aerowerke . . . . .	142
Sternmotoren . . . . .	145
Rapp . . . . .	145
Wolseley . . . . .	147
Clerget & Co. . . . .	148
Fiat . . . . .	149
Renault . . . . .	151
Hispano-Suiza . . . . .	153
Körting . . . . .	157
Adler . . . . .	158
Amerikanischer Liberty-Motor . . . . .	159
Anzani . . . . .	164
Haacke . . . . .	169
Salmson . . . . .	172
Rheinische Aerowerke . . . . .	178
Edelweiß . . . . .	181
Grade . . . . .	183
Junkers . . . . .	185
Umlaufmotoren . . . . .	187
Gnôme . . . . .	187
Rhône . . . . .	193
Clerget . . . . .	196
Stahlherz (Schwade) . . . . .	198
Bucherer . . . . .	199
Esselbé . . . . .	200
Siemens . . . . .	201
Die Behandlung der Flugmotoren . . . . .	207
Die Wartung der Motoren im allgemeinen . . . . .	207
Behandlung des Gnômemotors . . . . .	214
Vergleichende Übersicht über die Flugmotoren (Tafel) . . . . .	232/233

## Entwicklung des Verbrennungsmotors zu Flugzwecken.

Die Kunst zu fliegen verdankt der Mensch dem leichten Motor. Wenn das geringe Motorgewicht auch jetzt keine entscheidende Rolle mehr spielt, so war dies doch der Fall bei der Geburt des Fluges, bei der naturgemäß das Flugzeug unvollkommener war als jetzt. Das Verdienst, den Weg der Erleichterung des Verbrennungsmotors durch Vergrößerung seiner Umlaufzahl zuerst beschritten zu haben, gebührt Gottlieb Daimler. Obwohl er damit das Automobil geschaffen hat, schwebte ihm doch schon damals die Verwendung dieses seines leichten Motors für Flugzwecke vor, ja, dieser Zweck war vielleicht die Haupttriebfeder für sein Werk. Dadurch, daß er die Umlaufzahl des Verbrennungsmotors auf das Drei- oder Vierfache heraufsetzte und die bewegten Motormassen diesen damals unerhörten Geschwindigkeiten anpaßte, verminderte er sein Gewicht im gleichen Verhältnis.

Der erste in der Luftschiffahrt verwandte Motor war allerdings eine Dampfmaschine. Im Jahre 1852 versuchte sie Henry Giffard in seinem Luftschiff. Sie entwickelte 3 PS und wog etwa 155 kg. Davon entfielen etwa 100 kg auf den Kessel und 50 kg auf den eigentlichen Motor. Den ersten Kraftballon mit Gasmaschinenantrieb baute 1871 Paul Händelin. Sein Gasmotor machte nur 90 minutliche Umdrehungen und leistete wenig über 3 PS. Den ersten Benzinmotor, einen Daimler-Motor von 10 PS, der rund 200 kg wog, baute Dr. Wölfert 1896 in sein Luftschiff ein.

Auch das erste Flugzeug, das sich vom Boden erhob hat, das von Hiram Maxim im Jahre 1893, war mit einem

Dampfmotor ausgerüstet. Die erste wirklich fliegende Maschine aber, die der Brüder Wright, besaß 1903 einen von ihnen selbst gebauten Vierzylindermotor von etwa 30 PS, der etwas über 100 kg wog. Die heutigen Flugmotoren haben meist ein Gewicht von etwas weniger als 2 kg/PS, ja die leichtesten wiegen schon weniger als 1 kg/PS. Wenn nun auch bei längeren Flügen das eigentliche Motorgewicht dem Gewicht des mitzuführenden Brennstoffs gegenüber zurücktritt, so ist man doch eifrig auf eine weitere Verminderung des Motorgewichts bedacht, und es ist noch nicht abzusehen, wo die Grenze liegen wird.

---

## An einen Flugmotor zu stellende besondere Anforderungen.

Das geringe Gewicht eines Flugzwecken dienenden Motors ist, wie schon bemerkt, die erste und zu Anfang der Flugkunst auch wichtigste Forderung gewesen, die man an ihn stellen mußte. Heute, wo der Wirkungsgrad des Flugzeugs erheblich besser ist, und wo man viele Stunden hintereinander in der Luft bleibt, tritt die Forderung eines geringen Brennstoffverbrauchs ebenso gebieterisch hinzu.

Ein leichter Motor mit hohem Brennstoffverbrauch kann für die gleiche Anzahl Betriebsstunden dasselbe Anfangsgewicht haben wie ein schwererer Motor mit geringerem Brennstoffverbrauch. Beide Motoren sind aber durchaus nicht gleichwertig. Ein Motor von 100 kg, der für eine Anzahl Betriebsstunden 200 kg Brennstoff verbraucht, ist einem andern von 200 kg, der für die gleiche Leistung und Zeit nur 100 kg verbraucht, durchaus überlegen, denn das Flugzeug hat nur zu Anfang des Fluges das gleiche Gewicht zu tragen; im weiteren Verlauf wird das Summengewicht von Motor und Brennstoff für den leichten Motor immer günstiger.



Die Ausschreibungen für Motorwettbewerbe nahmen zu Unrecht auf diesen Umstand keine Rücksicht. Für den Preis müßte das Summengewicht der gesamten Betriebszeit in Rechnung gezogen werden.

Die zu Anfang der Flugkunst wichtigste Forderung des geringen Gewichts tritt heute weit zurück hinter der der Zuverlässigkeit. Während man bei andern Fahrzeugmotoren Betriebspausen zulassen kann, in denen kleinere Überholungen vorgenommen werden können, ist dies beim Flugmotor nicht angängig. Auch beim Luftschiffe gibt es häufig Fälle, in denen es gefährdet wird, wenn ein Motor seinen Dienst versagt, obwohl es mit mehreren Motoren ausgerüstet ist, die selten alle mit ihrer vollen Kraft für die Aufrechterhaltung des Betriebs erforderlich sind. Im Gegensatz dazu verdanken die meisten heutigen Flugzeuge dem Laufen ihres einzigen Motors das Verbleiben in der Luft. Also Zuverlässigkeit, regelmäßiger, vielständiger Lauf ist die oberste an einen Flugmotor zu stellende Anforderung.

Der zuverlässige Lauf eines Flugmotors hängt in hohem Maße davon ab, daß er erschütterungsfrei läuft. Das leichte, elastische Fundament, auf dem er gelagert ist, darf nicht in Schwingungen geraten, weil sonst alle Verbindungen dieser Grundlage gefährdet sind, Spanndrähte reißen und Benzin- und Ölleitungen sowie Wasserführungen zerstört werden. Mit aus diesem Grunde ist der Umlaufmotor so beliebt und verschwinden die Vierzylindermotoren, um den Sechszylindern mit ihrem vollkommenen Massenausgleich zu weichen. Ferner muß man von einem Flugmotor fordern, daß die Zuverlässigkeit seines Arbeitens nicht von seiner Lage abhängt. Wenn es auch nicht jeder Motor zu vertragen braucht, daß man ihn Kopf stellt, so muß er doch dauernd Schräglagen von 15–20 Grad nach jeder Richtung hin aushalten. Hierzu ist erforderlich, daß statt der beim Automobilmotor z. B. noch häufig vorhandenen Tauchschmierung eine Pumpenschmierung für stets gleichmäßige Ölung aller Teile sorgt. Ebenso darf die Arbeit des Vergasers nicht unter

einer Schräglage leiden. Man hat daher bei Flugmotoren die Brennstoffdüse mehrfach in die Mitte des Schwimmers gesetzt, um den Einfluß der Schräglage auf den Benzinzustand zu verringern.

Endlich muß das gute Arbeiten des Flugmotors unabhängig von der Erhebung über die Erdoberfläche sein. Wenn man auch nicht verlangt, daß der Motor in der viel dünneren Luft der größeren Höhen die gleiche Leistung wie am Boden entwickle, so soll er doch sein regelmäßiges Arbeiten nicht einstellen und seine Leistung nicht zu sehr abnehmen. Die kriegsmäßige Höhe, in der die Flugzeuge sich bewegen, ist ständig gewachsen, von 2000 m auf 3000 und 4000 m, ja 7000 m sind schon wünschenswert. In dieser Höhe beträgt der Luftdruck aber weniger als die Hälfte seines Bodenwertes. Der Motor saugt also mit jedem Kolbenhub auch nur noch etwa die Hälfte seines Gemisches an. Seine Leistung muß sich demnach annähernd in demselben Verhältnis verringern. Von Einfluß sind natürlich noch andere Umstände: die in der Höhe geringere Temperatur, die geringeren Strömungswiderstände des Gases und vor allem das Verhalten des Vergasers.

Den Zusammenhang von Luftdichte, Temperatur und Höhe über der Erdoberfläche ergibt folgende Formel:

$$Z = Z_0 + 18,4 \cdot \frac{273 + t}{273}, \log \frac{b_0}{b}$$

in der  $Z$  die Höhe in km,  $b$  der Luftdruck in der Höhe,  $Z_0$  und  $b_0$  die Bodenwerte,  $t$  die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen den Höhen  $Z_0$  und  $Z$  sind.

Nun ist die Leistung eines Motors natürlich abhängig von der Menge des mit jedem Saughube des Kolbens angesogenen Gemisches. In der dünnen Luft der größeren Höhe saugt er entsprechend weniger ein, seine Leistung muß aus diesem Grunde in demselben Verhältnis wie die Luftdichte sinken.

Sie sinkt aber noch schneller als diese. Die geringere

Gemischmenge wird auch weniger hoch verdichtet. Da mit dem geringeren Verdichtungsgrad des Gemisches auch der Wirkungsgrad des Motors sinkt, so nimmt die Leistung des Verbrennungsmotors mit der Höhe noch mehr ab als der Luftverdünnung entspricht.

Abb. 1 zeigt den Leistungsabfall zweier Flugmotoren mit der Höhe. Die Versuche sind in einer Unterdruckkammer in Friedrichshafen a. B. vorgenommen worden. Die Kurven 1—3 beziehen sich auf den Maybachmotor Mb IVa, und zwar

1. beim Betrieb mit Leichtbenzin von  $\gamma = 0,708$ ,
2. bei Schwerbenzin von  $\gamma = 0,750$  und
3. mit Benzol.

4. bezieht sich auf den Maybachmotor Mb H S L u mit Leichtbenzin.

Diese Leistungsabnahme infolge der geringeren Verdichtung hat man dadurch vermindert, daß man vorhandene Motoren mit höheren Kolben versah. Hieraus ergab sich ein höherer Verdichtungsgrad, so daß diese Motoren als „überverdichtet“ bezeichnet wurden. In 2000—3000 m Höhe war ihre Verdichtung nun normal, am Boden dagegen für Dauerbetrieb zu hoch. Hier mußten sie daher gedrosselt laufen, um den Motor nicht zu gefährden. In der Bodennähe ist die Leistung der überverdichteten Motoren geringer als die der normalen. Da der Motor aber meist in der Höhe gebraucht wird, ist ein Flugzeug mit überverdichteten Motoren im allgemeinen im Vorteil.

Indes ist die Erhöhung der Verdichtung kein durchgreifendes Mittel, einen in der Höhe leistungsfähigen Motor zu schaffen. Es kommt vielmehr darauf an, zu verhindern, daß das mit jedem Saughub angesogene Luftgemisch mit wachsender Steighöhe abnimmt.

Ein Weg hierzu ist der, einen normalen Motor mit einer Luftverdichtungseinrichtung auszurüsten, die die anzusaugende Luft dem Motor so verdichtet zuführt, daß er in der Höhe stets das gleiche Luftgewicht ansaugt. Ein solcher

Verdichter ist aber schwer. Er vermehrt die Anzahl der Motorteile und erschwert die Bedienung.

Besser ist es offenbar, den Motor so groß zu bauen, daß er in einer angenommenen Höhe, z. B. 6000 m, die vorgeschriebene Leistung aufweist. Der Hubraum des Zylinders muß demnach etwa doppelt so groß sein als beim Bodenmotor, und für dieses auch der Verdichtungsgrad bemessen. Kurbelwelle, Lager u. dgl. brauchen aber in den Abmessungen nicht größer zu sein als beim gleichstarken Bodenmotor mit den geringeren Zylinderabmessungen.

Auf dem Erdboden muß natürlich dafür gesorgt werden, daß der „überbemessene Motor“ nicht sein volles Hubvolumen ansaugt, da für dieses die Verdichtung zu hoch würde. Auch der überbemessene Motor muß daher am Boden gedrosselt laufen. Im Gegensatz zum nur überverdichteten hat er am Boden aber seine volle Leistung.

Im übrigen vertragen die überbemessenen Motoren am Boden eine nur vorübergehende Überanstrengung, was in manchen Fällen, z. B. für den Start von Wasserflugzeugen, von Bedeutung ist.

Bei dieser Gelegenheit sei noch auf den Umstand hingewiesen, daß auch der Vergaser für die größeren Höhen besonders gebaut sein muß. Die angesogene Brennstoffmenge nimmt im gewöhnlichen Vergaser nämlich nicht in demselben Grade ab wie die Luftdichte. Das Gemisch wird in der Höhe dadurch zu reich. Die Folge ist zum mindesten Brennstoffverschwendung. Für die Höhe muß der Vergaser demnach eine am besten selbsttätig wirkende Vorrichtung zur Verminderung der Brennstoffabgabe haben. Abb. 1 zeigt den mit der Höhe zunehmenden Brennstoffverbrauch für die PS-Stunde.

Wie bemerkt, muß der Vergaser der in der Höhe herrschenden niedrigen Temperatur angepaßt sein. Ferner muß bei wassergekühlten Motoren der Kühler, wie ja auch für den strengen Winter am Erdboden, so beschaffen sein, daß er in der Höhe nicht einfriert. Wenn er im heißen Sommer





Fig. 1. Leistung und Verbrauch des Mb IVa und des Mb HSLu-Motors bei 1450 Uml./Min. und zunehmender Höhe.



zur Kühlung ausreicht, friert er im strengen Winter leicht ein, wenn man ihn nicht verkleinert oder abdeckt.

Die Anzahl der Pferdestärken, die von einem Flugmotor gefordert werden, sind ständig gewachsen. Während man zu Anfang des Flugwesens stolz auf seine 50 PS war, und dann der 100 PS als Übermotor erschien, hat man jetzt 150 PS, 220 PS, 300 PS und strebt nach 500 PS und 1000 PS. Wie lange wird es dauern, so wird man viele tausend Pferdestärken im Flugzeug haben.

An dieser Stelle sei noch auf einen weiteren wichtigen Punkt des Flugmotors hingewiesen, nämlich die Drehzahl der Luftschauben. Man fliegt natürlich nicht mit den PS, die der Motor entwickelt, sondern mit denen, die durch die Luftschaube auf das Flugzeug übertragen werden. Der Wirkungsgrad der Luftschaube spielt demnach eine sehr große Rolle. Dieser Wirkungsgrad hängt aber wesentlich von der Drehzahl der Luftschaube und ihrem Durchmesser ab. Je größer bei gleicher Leistung der Durchmesser und je kleiner die Drehzahl, um so höher ist der Wirkungsgrad der Luftschaube. Die Forderung, hohe Motordrehzahl, um geringes Motorgewicht zu erzielen, und niedrige Luftschaubendrehzahl zur Erlangung guten Wirkungsgrades stehen also einander entgegen. Eine Vermittlung schafft hier das Untersetzungsgetriebe zwischen Motor und Schraube, das viele neue Flugmotoren besitzen.

Zusammengefaßt ergeben sich also als die Forderungen, die ein Flugmotor besonders erfüllen muß:

1. Größte Zuverlässigkeit,
2. geringes Eigengewicht,
3. geringer Brennstoffverbrauch,
4. erschütterungsfreier Lauf,
5. Unabhängigkeit von Höhe und Temperatur.

Wie man diese Forderungen zu erreichen versucht hat, wird in den folgenden Abschnitten sowie besonders bei den einzelnen Ausführungen erörtert.

---

## Die Brennstoffe.

Als Brennstoffe kommen zurzeit bei Flugmotoren nur Benzin und Benzol in Frage. Während man zu Anfang ausschließlich das teure, ganz leichte Benzin benutzte, wodurch sich der Flugbetrieb bei den starken Motoren recht teuer stellte, geht man jetzt mehr und mehr zu dem billigeren, einheimischen Erzeugnis, dem Benzol, über. Häufig benutzt man auch Mischungen von Benzin und Benzol.

Unter Benzin versteht man bekanntlich leichtflüchtige Bestandteile des Erdöls, von denen es befreit werden muß, um ihm in den Lampen seine Explosionsfähigkeit zu nehmen. Es hat ein spezifisches Gewicht von 0,67—0,72 (Schwerbenzin bis 0,77). Sein Heizwert beträgt etwa 10 000 Wärmeinheiten.

Während Benzin ein Gemisch aus mehreren Kohlenwasserstoffen ist, die verschiedene Siedepunkte haben, ist Benzol ein einheitlicher Körper von der Zusammensetzung  $C_6H_6$ . Das Handelserzeugnis enthält noch geringe Verunreinigungen. Benzol ist ein einheimischer Brennstoff. Es wird aus der Kohle hergestellt, und zwar entweder aus dem Teer oder als Nebenprodukt aus den Kokereigasen. Seine Verwendung nimmt auch bei Flugmotoren sehr zu, da es, wie bemerkt, bedeutend billiger ist als das ausländische Benzin. Sein spezifisches Gewicht beträgt bei 15° C 0,88 bis 0,883. Es siedet bei 80°. Bei der Verwendung von Benzol ist übrigens zu beachten, daß es im Winter wegen seines hohen Erstarrungspunktes zu Betriebsstörungen Veranlassung geben kann. Es erstarrt bei 0° und wird erst bei 7—8° wieder flüssig. In der kalten Jahreszeit verwendet man es daher vorteilhaft nicht rein, sondern mit geringen Zusätzen, die sein Erfrieren verhindern.

## Der Verbrennungsvorgang.

Zur Verbrennung eines Kilogramms Benzin gehören 15 bis 70 cbm Luft. Das Gemisch ist also innerhalb sehr weiter Grenzen zündfähig. Die Verbrennung wird um so vollkommener, je stärker das Gemisch verdichtet ist. Ärmere Gemische werden überhaupt erst durch die Verdichtung

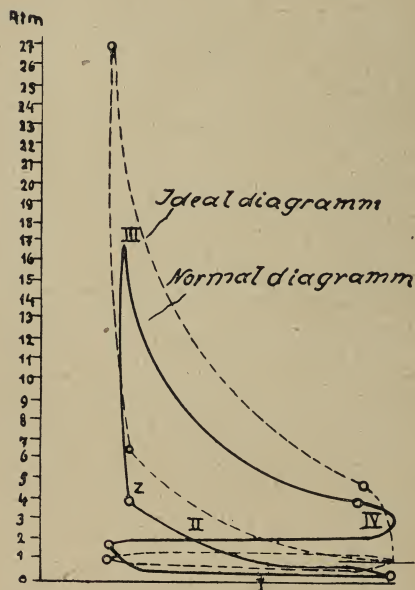


Fig. 2. Druckverlauf im Verbrennungsmotor.

zündfähig. Die Verdichtung verbessert die Verbrennung nicht nur dadurch, daß Gas- und Luftteilchen dicht beieinander liegen, sondern auch durch die infolge der Verdichtung erhöhte Temperatur. Diese darf natürlich nicht bis zur Selbstentzündung des Gemisches getrieben werden, da man in diesem Falle den Zündzeitpunkt nicht gut regeln kann und Gefahr läuft, daß beim Wärmerwerden des Motors die Zündung zu früh erfolgt. Die Verdichtung des Gemisches

vor der Entflammung bringt den weiteren Vorteil mit sich, daß der Verdichtungsraum kleiner ist, also weniger kühlende Oberfläche aufweist, wodurch weniger Wärme an das Kühlwasser abgegeben zu werden braucht. Die günstigste Gestalt des Verbrennungsraumes ist die kugelartige, die den weiteren Vorteil hat, daß keine Kanäle vorhanden sind, in denen sich heiße Gasreste befinden, deren hohe Temperatur eine starke Verdichtung des Gemisches verbietet.

Das Verdichtungsverhältnis  $\varepsilon$  des Motors bestimmt sich nach der Formel

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c},$$

in der  $V_h$  das Hubvolumen eines Zylinders und  $V_c$  den Rauminhalt des Verdichtungsraums bedeuten. In nicht überverdichteten, normalen Flugmotoren beträgt  $\varepsilon$  etwa 5, das Gemisch wird also, vom Einfluß der Verdichtungswärme abgesehen, auf 5 Atmosphären „kalt“ verdichtet.\*) Der bei der Verbrennung auftretende Höchstdruck beträgt etwa 25—27 Atmosphären. Der Druckverlauf der Verbrennung ist aus dem Teil III des Schaubildes Fig. 2 ersichtlich, dessen übrige Teile auf S. 26 erklärt sind.

## Die Arbeitsverfahren.

### Der Viertakt.

Die heutigen Flugmotoren arbeiten mit verschwindenden Ausnahmen nach dem von Otto erfundenen Viertaktverfahren, das durch die Fig. 3—6 veranschaulicht wird. Beim Niedergang des Kolbens (Fig. 3) saugt er durch das offenstehende Einlaßventil Gemisch an, während das Auslaßventil geschlossen ist. Beim darauf folgenden Aufwärtsgang (Fig. 4) ist auch das Einlaßventil geschlossen, so daß das Gemisch verdichtet wird. Kurz vor dem oberen Totpunkt wird das Gemisch entzündet, der Druck im Verbrennungsraum steigt und treibt den Kolben nach unten (Fig. 5). Einige Zeit vor dem unteren Totpunkt wird das Auslaßventil geöffnet, und die Gase treten mit mehreren Atmosphären Druck ins Freie. Nun geht der Kolben nach

---

\*) 200 PS-Benz (8 Zylinder). überverdichtet, hat ein Verdichtungsverhältnis von  $\varepsilon = 1 : 5,5$ , während BMW (6 Zylinder 185 PS) ein solches von  $1 : 6,55$  hat.



oben und treibt den entspannten Gasrest hinaus (Fig. 6). Dann wird das Auslaßventil geschlossen, der Einlaß wieder geöffnet und das Spiel beginnt von neuem. Es sind demnach zwei volle Hin- und Hergänge des Kolbens erforderlich, damit alle Vorgänge der Maschine einmal ablaufen, im ganzen sind hierzu also vier Kolbenhübe zurückzulegen.

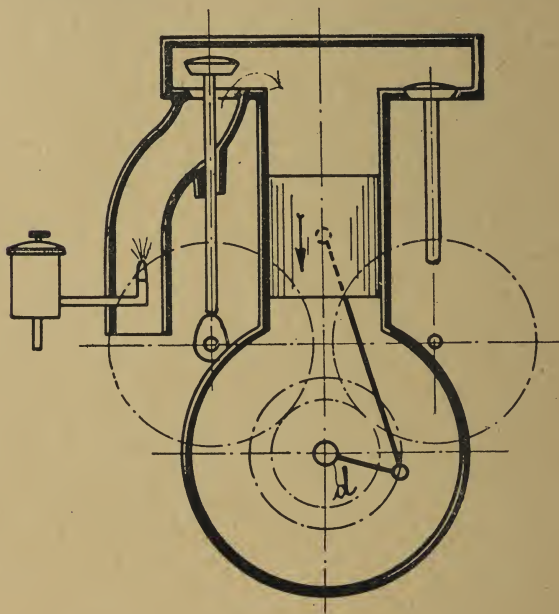


Fig. 3. Einlaßventil offen. Ansaugtakt.

Daraus erklärt sich der Name Viertakt für das Arbeitsverfahren der Maschine. Nur während der einen von je zwei Umdrehungen arbeitet die Maschine als Verbrennungsmotor, die andere Umdrehung ist der Pumpenarbeit gewidmet. Da die hohen Drucke, für die das ganze Triebwerk des Motors berechnet sein muß, nur während des einen der vier Takte auftreten, wird das Triebwerk beim Viertaktverfahren sehr ungünstig ausgenutzt. Dazu kommt, daß das Drehmoment nicht sehr gleichmäßig ist, da wäh-



rend zweier Umdrehungen nur ein Krafthub stattfindet, sowie daß der Motor wegen der verhältnismäßig geringen Anzahl von Kraftantrieben für eine bestimmte Leistung schneller umlaufen muß. Gleichwohl hat sich das Viertaktverfahren bis jetzt siegreich behauptet, weil die verbrannten Gase ziemlich vollkommen ausgetrieben werden,

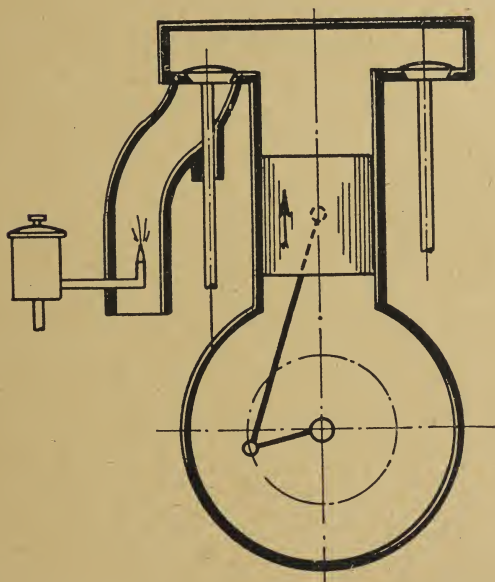


Fig. 4. Beide Ventile geschlossen. Verdichtungstakt.

und die Verbrennung infolgedessen so wirtschaftlich verläuft, daß der Brennstoffverbrauch gering und damit der Wirkungsgrad des Motors recht günstig genannt werden kann. Er beträgt fast 30 v. H. Ein großer Teil der Brennstoffenergie, über 30 v. H., geht mit dem Auspuff ins Freie, fast ebensoviel mit dem Kühlwasser. Man erkennt daraus den günstigen mechanischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors. Die Fig. 3—6 lassen die während der vier Takte vorhandenen Ventilstellungen deutlich erkennen.



	BMW 6 Zylinder	Benz 8 Zylinder V.	Benz 200 PS 6 Zyl.	Maybach 160 PS 6 Zyl.	Maybach 260 PS übv.
Einlaß öffnet . . .	5° nach o. T.	4° nach o. T.	11° nach o. T.	12° vor o. T.	12° vor o. T.
„ schließt . .	25° nach o. T.	44° nach u. T.	35° nach u. T.	38° nach u. T.	38° nach u. T.
Auslaß öffnet . .	36° vor u. T.	39° vor u. T.	39° vor u. T.	38° vor u. T.	36° vor u. T.
„ schließt . .	12,5° nach o. T.	10° nach o. T.	15° nach o. T.	12° nach o. T.	14° nach o. T.
Einlaßkerze zündet	27° vor o. T.		31° vor o. T.	32° vor o. T.	
Auslaßkerze „	27° vor o. T.		31° vor o. T.	42° vor o. T.	

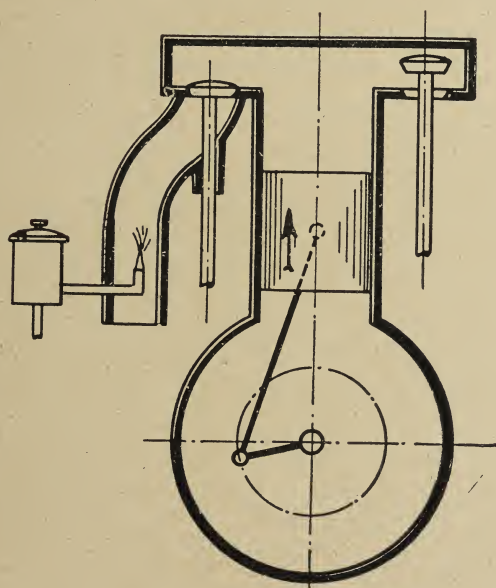


Fig. 6. Auslaßventil offen. Auspufftakt.

## Der Zweitakt.

Die neben den unleugbaren Vorteilen des Viertaktverfahrens vorhandenen oben gekennzeichneten Nachteile haben immer wieder den Wunsch rege gemacht, mit ihm zu brechen und den „Zweitakt“ weiter auszubilden. Die Eigenart des Zweitakts besteht darin, daß bei jeder Umdrehung, also bei jedem Hin- und Hergang, eine Verbrennung,

mithin eine Kraftwirkung, stattfindet. Hierdurch wird das Drehmoment gleichmäßiger als beim Viertakt, und das unter Umständen erforderliche Schwungrad kann kleiner sein.

Ferner ist wegen der größeren Anzahl von Kraftstößen in derselben Zeit bei gleichem Verbrennungsdruck die Leistung der Maschine größer als beim Viertakt. Oder wenn man nur die gleiche Leistung aus demselben Zylindervolumen herausholt, arbeitet die Maschine mit geringeren Drucken, wird also nicht so stark beansprucht. Dazu kommt der weitere Vorteil des Zweitakts, daß man bei ihm mit wenigen oder gar keinen Ventilen auskommt, wodurch natürlich auch die zu ihrer Betätigung erforderlichen Steuerungsteile wegfallen. Die Möglichkeit von Störungen ist also weiter beschränkt.

Ein Nachteil des heutigen Zweitaktmotors liegt darin, daß die gebräuchlichen Ausführungen einen höheren Brennstoffverbrauch zeigen, als die entsprechenden Viertaktmotoren. Es ist indessen wohl anzunehmen, daß dieser Übelstand mit der Zeit verschwinden wird. Ein weiterer Nachteil, der aber bei Flugmotoren nicht ins Gewicht fällt, ist der, daß der Zweitaktmotor nicht so „elastisch“, also in seiner Umlaufzahl in nicht so weiten Grenzen veränderlich ist wie der Viertaktmotor.

Das bei Zweitakt-Flugmotoren meist übliche Arbeitsverfahren wird durch die Fig. 7 und 8 veranschaulicht. Beim Aufwärtsgang des Kolbens entsteht unter ihm im Gehäuse ein Unterdruck; infolgedessen wird das Gemisch in den Gehäuseraum gesogen, und zwar entweder durch das selbsttätige Ventil *a* oder bei anderen Ausführungen (Fig 8) durch die Öffnungen *b*, nachdem sie der Kolben mit seiner Unterkante freigelegt hat. Beim nun folgenden Niedergang des Kolbens wird diese Öffnung wieder abgedeckt und das Gemisch im Kurbelraum verdichtet. Etwa 45° Kurbeldrehung vor dem unteren Totpunkt legt die Oberkante des Kolbens die Auslaßöffnung *c* der Fig. 7 u. 8 frei. Die Gase strömen dort hinaus

und werden entspannt. Beim weiteren Abwärtsgang des Kolbens wird noch die Überströmöffnung *d* freigegeben, und die in der Kurbelkammer verdichteten frischen Gase strömen in den Raum über dem Kolben. Sie werden durch die Zunge des Kolbenbodens abgelenkt, strömen in der Pfeilrichtung nach oben, kehren am Zylinderdeckel um und treiben die Abgasreste aus dem Zylinder hinaus. Beim Aufwärtsgang des

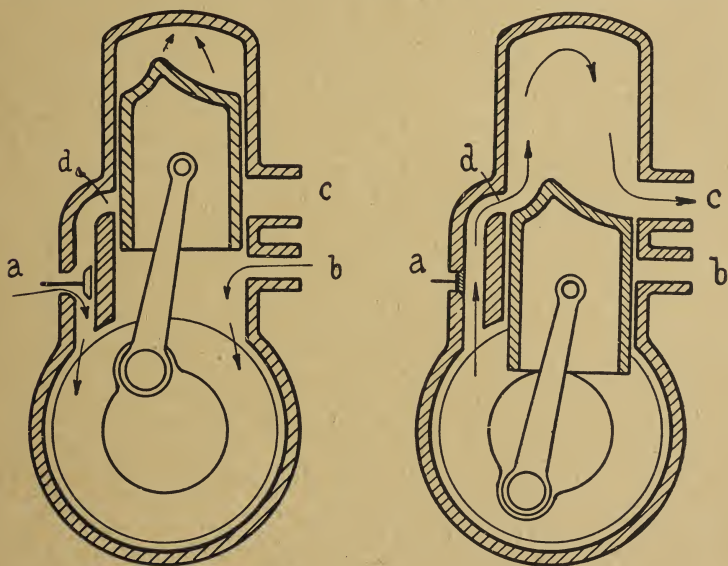


Fig. 7 u. 8. Zweitaktmotor.

Kolbens wird die neue Ladung über dem Kolben verdichtet, während unter ihm wieder ein Unterdruck erzeugt und neues Gemisch angesogen wird. Beim Zweitaktmotor sind also Pumpen- und Verbrennungsraum getrennt, beim Viertaktmotor dagegen dient der Verbrennungsraum auch als Pumpenraum.

Da die Zweitaktmotoren für Flugzwecke noch wenig verwandt werden, sei an dieser Stelle nicht weiter auf die verschiedenen Abarten und Baumöglichkeiten eingegangen.



Mit welcher Geschwindigkeit sich der Ladevorgang im Zweitaktzylinder vollziehen kann, erhellt aus einer kleinen Ausführung des Verfassers (35 mm Bohrung und 35 mm Hub), der bis zu 12000 Umläufe in der Minute machte, also 200 in der Sekunde. Auf den Ladevorgang kommen dabei  $\frac{1}{500}$  Sekunde.

---

## Die im Motor auftretenden Kräfte.

### Der Explosionsdruck.

Auch für den, der die Motoren nicht konstruiert, sondern nur mit ihrer Behandlung zu tun hat, ist es von Wichtigkeit, sich über die im Motor auftretenden Kräfte ein klares Bild zu machen. Man kann die auftretenden Kräfte in solche einteilen, die von der Verbrennung des Gemisches herrühren, und in solche, die als Folge der Drehung auftreten, also auch vorhanden sind, wenn der Motor von außen angetrieben wird.

Die von der Gemischverbrennung herrührenden Kräfte lassen sich aus dem Diagramm eines Viertaktmotors herleiten, das Fig. 2 (S. 18) zeigt. Schnellaufende Verbrennungsmotoren werden im allgemeinen nicht indiziert, da zuverlässige Indikatoren für die hohen Umlaufzahlen selten zur Verfügung stehen. Das Schaubild zeigt den für die Triebwerkteile ungünstigen Druckverlauf, nach dem der Verbrennungsdruck zu Anfang etwa 27 Atm. erreicht und dann schnell bis auf 3 Atm. abfällt. Die Druckabnahme während des Verbrennungshubes zeigt Teil III der Diagrammlinie. Teil IV zeigt den geringen vorhandenen Gegendruck beim Ausschub an, Teil I den geringen Unterdruck des Ansaugtaktes. Teil II läßt erkennen, daß der Druck beim Verdichtungshube auf etwa 6 Atm. ansteigt. Die Triebwerkteile sind natürlich so zu bemessen, daß sie den nur ganz kurze

Zeit wirkenden Höchstdruck aushalten können. Ihr Material ist demnach höchst ungünstig ausgenutzt. Aus diesem Umstand erklären sich alle die Konstruktionen, bei denen an einer Kurbel mehrere Kolbenstangen zugleich angreifen, also die V- und Sternmotoren.

Der auftretende Höchstdruck beträgt bei einer Bohrung von  $d$  cm rd.  $20 d^2$ , bei einem Motor von 130 mm Bohrung demnach  $20 \cdot 13^2 =$  rd. 3400 kg.

Denkt man sich den schnell abnehmenden Druck durch einen während des Verbrennungshubes gleich bleibenden ersetzt, der dieselbe Arbeit zu leisten vermag, so ist dies der „mittlere Arbeitsdruck“. Er beträgt bei heutigen Flugmotoren bis 9,6 Atmosphären.

## Die Massenkräfte.

Wegen der hohen Umdrehungszahlen der Flugmotoren sind die Kräfte der bewegten Massen von größter Bedeutung. Während der Zeit einer halben Umdrehung müssen die Massen jedes Kolbens zusammen mit einem Teil ( $\frac{1}{3}$ ) des Schubstangengewichts von Null bis auf ihre Höchstgeschwindigkeit beschleunigt und dann wieder auf Null verzögert werden. Die hierbei auftretenden Kräfte sind in den Totpunktlagen der Kolben am größten. Sie können schon bei kleineren Maschinen mehrere 100 kg an einem Kolben betragen.

Bezeichnet man mit  $G$  das Gesamtgewicht des hin und her gehenden Teils, mit  $F$  die Kolbenfläche, mit  $L$  die Länge der Pleuelstange und mit  $r$  den Radius des Kurbelkreises, so ist die Trägheitskraft  $p$  für jedes Quadratmeter der Kolbenfläche

$$p = \left(\frac{n}{30}\right)^2 \frac{G}{F} r \left(1 \pm \frac{r}{L}\right).$$

Man erkennt daraus den großen Einfluß der Umlaufzahl  $n$  des Motors auf die Trägheitskräfte des Kolbens. Man wählt die Umlaufzahl bei Flugmotoren, die ihre Luftschrauben

unmittelbar antreiben, nicht gern über 1200—1400, da sonst der Wirkungsgrad der Luftschrauben unverhältnismäßig sinkt.

Ein Mittel, die Umlaufzahl bei gleicher Kolbengeschwindigkeit, auf die es bei der Leistung schließlich ankommt, klein zu halten, ist das, den Hub des Motors recht groß zu wählen. Dadurch wird gleichzeitig der volumetrische Wirkungsgrad des Motors verbessert. Andererseits aber wird der Motor wegen der langen Zylinder wieder etwas höher, was wegen des Ausblicks für den Flugzeugführer bei vorn eingebautem Motor nicht erwünscht ist. Die mittlere Kolbengeschwindigkeit, mit der man früher bei Automotoren nicht gern über 5 m/sec hinausging, steigert man durch die Hubvergrößerung natürlich auch, was bei genügenden Ventilquerschnitten unbedenklich und als Mittel zur Erleichterung des Motors nur vorteilhaft ist. Kolbengeschwindigkeiten von 10 m/sec und darüber sind sehr wohl zulässig.

Beträgt bei 10 m Kolbengeschwindigkeit die Gasgeschwindigkeit in dem Ansaugventil 60 m, so zeigt der Motor in diesem Bereich noch keine große Leistungsabnahme (vgl. Fig. 17 u. a.).

Daß die Massenkräfte sich innerhalb der Maschine selbst aufheben und nicht als freie Kräfte nach außen wirken, ist eine der Aufgaben, die u. a. durch die Anordnung der Zylinder und Kurbeln gelöst werden müssen. Es muß demnach die Anordnung so getroffen sein, daß den Trägheitskräften des einen Kolbens stets die eines anderen oder mehrerer Kolben zusammen von gleicher Stärke entgegenwirken. Dazu müssen diese einander aufhebenden Gegenkräfte solche Angriffspunkte haben, daß sie kein freies Moment ergeben. Das Weitere hierüber sei im Abschnitt über Zylinderanordnungen ausgeführt.

Die Trägheitskräfte der drehenden Bewegung äußern sich bekanntlich in der sog. Schleuderkraft (Zentrifugalkraft). Auch sie erreichen wegen der hohen Umlaufzahl

der Flugmotoren eine beträchtliche Größe. Man achte daher streng darauf, daß alle umlaufenden Massen, namentlich solche, die von der Drehachse nennenswert entfernt sind, völlig gleichmäßig um die Achse verteilt sind. Man wuchte also alle Schwungmassen, namentlich die der Luftschraube, peinlich genau aus. Über die bei Umlaufmotoren noch besonders auftretenden Beschleunigungskräfte s. S. 31.

## Die Kräfte im Triebwerk.

Die Triebwerkteile müssen, wie schon bemerkt, so bemessen sein, daß sie dem Höchstdruck standhalten. Einmal müssen sie stark genug sein, um schädliche Durchbiegungen oder gar Brüche zu vermeiden, und dann müssen die Lagerteile, soweit nicht Kugel- oder Rollenlager verwandt werden, mit so niedrig bemessenen Flächendrücken arbeiten, daß nicht nur kein Festlaufen eintritt, sondern auch die Abnutzung nicht über Gebühr groß wird. Es wäre gänzlich verfehlt, ein Lager zu knapp zu bauen, etwa um Gewicht zu sparen. Natürlich brauchen solche Lager, deren Teile nur eine geringe Geschwindigkeit gegeneinander haben, wie z. B. das Kolbenauge, nicht so groß bemessen zu sein, wie die mit hoher Geschwindigkeit umlaufenden, z. B. am Kurbelzapfen.

Beachtung verdient auch der Druck zwischen Kolben und Zylinderwand. Er beträgt im Höchstfalle etwa ein Zehntel des von der Verbrennung herrührenden Drucks auf den Kolben, ist also sehr hoch und ein Hauptgrund dafür, daß die Kolbenbahn reichlich geschmiert sein muß. Man erkennt hieraus, daß ein an dieser Stelle schlecht geschmierter Motor zum mindesten in der Leistung erheblich zurückgehen muß, und daß die Gefahr des Fressens von Kolben und Zylinder naheliegt.

Diese Kräfte zwischen Kolben und Zylinder, die von der Geradföhrung des Kolbens herröhren, werden bei den Umlaufmötoren noch erheblich (um über das Vierfache)



von der „Coriolis-Kraft“ übertroffen. Bei diesen Motoren laufen die Zylinder um den festen Punkt *a* (Fig. 9) mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit, während die an ihren Stangen hängenden Kolben um den festen Punkt *b* kreisen. Da die Kolben dem Drehpunkt *a* bald näher, bald ferner

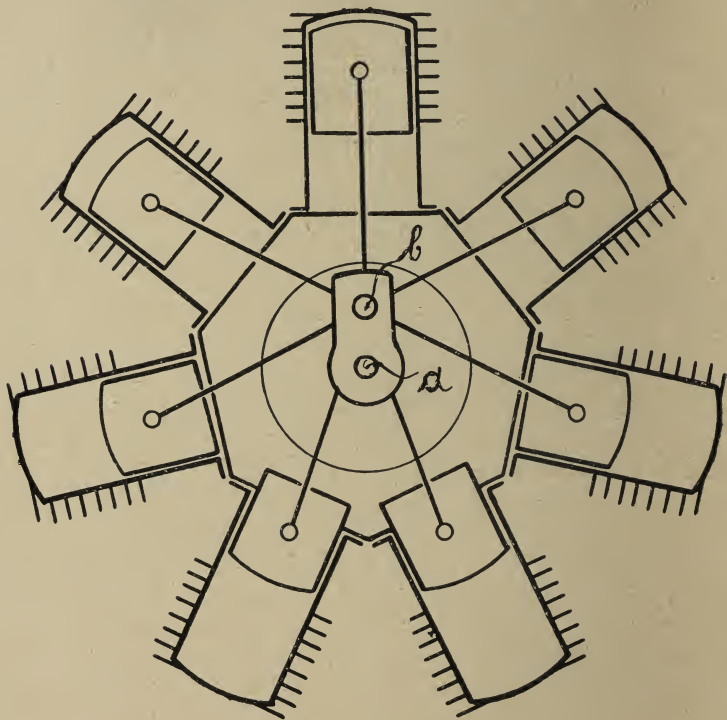


Fig. 9. Schema eines Umlaufmotors.

sind, so müssen sie bei jedem Umlauf einmal beschleunigt und dann verzögert werden. Die Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte werden von den Zylindern auf die Kolben ausgeübt und sind dem Quadrat der Abstände von der Drehachse proportional. Sie erreichen daher die oben- genannte Größe. Wegen dieser starken Drucke zwischen Kolben und Zylinder müssen die Umlaufmotoren an diesen



Stellen besonders gut geschmiert werden und haben auch z. T. deshalb einen hohen Schmierölverbrauch.

Um die Abnutzung des Zylinders auf der Seite, gegen die der Geradföhrungsdruck des Kolbens wirkt, zu vermindern, greift man manchmal zu dem Mittel, Kurbel- und Zylinderachse gegeneinander zu versetzen, wie es Fig. 10 erkennen läßt. Dadurch wird der Geradföhrungsdruck beim Abwärtsgang des Kolbens, also während des Krafthubes, vermindert, natürlich beim Aufwärtsgang, also während des Verdichtungs- hubes, vergrößert. Bei richtiger Wahl der Versetzung zwischen Kurbel- und Zylinderachse sind die beiden Drucke nicht mehr allzu verschieden. Als günstigstes Maß der Versetzung hat sich ungefähr ein Achtel des Hubes erwiesen.

Zu beachten ist noch, daß durch die Schränkung  $a$  des Kurbeltriebes die Hublänge etwas vergrößert wird. Der Hub  $S$  ergibt sich aus der Formel

$$S = \sqrt{(L + r)^2 - a^2} - \sqrt{(L - r)^2 - a^2},$$

worin  $L$  die Länge der Pleuelstange und  $r$  der Radius des Kurbelkreises ist.

Von dem üblichen Verhältnis der Pleuelstange zum Kurbelkreisradius

$$\frac{r}{L} = \lambda = 1 : 4,5$$

weicht man übrigens bei Flugmotoren öfter ab und geht beträchtlich unter diesen Wert (bis 1 : 3,43), da man hierdurch auch an Zylinderlänge und damit an Gewicht spart.

Die Bestimmung der Leistung eines Flugmotors.

Flugmotoren werden nicht indiziert, da die Indikatoren für die hohen Drehzahlen nicht zuverlässig anzeigen. Ihre Leistung wird stets durch Bremsung festgestellt. Aus dieser leitet man dann den mittleren nutzbaren Druck ( $p_m$  in Atm.) eines Arbeitshubes ab.\*)

---

\* Ist  $p_i$  der indizierte Druck,  $\eta_m$  der mechanische Wirkungs- grad des Motors, so ist  $p_m = p_i \cdot \eta_m$ .

Da Leistung = Kraft · Geschwindigkeit ist, so ist die Leistung des Viertaktmotors in PS

$$N_{\text{PS}} = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot p_m \cdot \frac{s n}{30} \cdot \frac{1}{75} \cdot \frac{1}{4},$$

$s$  = Hub,

$n$  = minutliche Umlaufszahl,

$\frac{s n}{30}$  = mittlere Kolbengeschwindigkeit.

Die Leistung ist der Drehzahl fast proportional, solange die Gasgeschwindigkeit in den Ventilen 60 m nicht überschreitet. Werden die Zahlen ausgerechnet, so erhält man

$$N_{\text{PS}} = 0,8725 p_m \cdot d^2 \cdot s \cdot n.$$

Faßt man den Ausdruck  $0,8725 \cdot p_m^{77}$  zum Faktor  $k$  zusammen, so erhält man die bequeme Formel für die Leistung des Motors:

$$N_{\text{PS}} = k \cdot d^2 \cdot s \cdot n.$$

In guten Flugmotoren beträgt  $k$  6 bis 6,5.

Nicht jeder tüchtige Flugtechniker ist aus dem Motorbau hervorgegangen. Es dürfte daher manchem damit gedient sein, etwas über die praktische Feststellung der Leistung eines Motors im allgemeinen und in der Flugmaschine besonders zu erfahren.

Als die einfachste Art zur einwandfreien Bestimmung der Leistung eines Motors betrachtet man häufig die elektrische Bremsung. Der Motor treibt eine Dynamomaschine, deren Leistung sich als Produkt der erzeugten Volt und Ampère ergibt. Wenn die gesamte Motorleistung in elektrische umgesetzt würde, also keine Verluste vorhanden wären, so entsprächen jeder Pferdestärke 736 Volt-Ampère. Nun ändern aber die schwer selbst zu bestimmenden Übersetzungsverluste das Ergebnis. Treibt der Motor die Dynamo nicht unmittelbar, sondern mittels Riemens an, so bedingt dieser Umstand einen Übertragungsverlust von mehreren Prozent. Weiter ist der Wirkungsgrad der Dynamo meist nicht mit Sicherheit bekannt. Außerdem ist dieser ab-

hängig von der Belastung. Eine fernere Unsicherheit ergeben die elektrischen Meßinstrumente, deren Angaben im Laufe der Jahre auch nicht völlig zuverlässig bleiben. Alle diese Umstände haben zur Folge, daß die bequeme Art der Leistungsbestimmung mittels einer Dynamo nicht immer die für den Käufer wünschenswerte Genauigkeit besitzt. Wenn der Fabrikant behauptet, man müsse die Volt-Ampère durch 600 dividieren, um die Pferdestärken zu erhalten, so muß ihm einfach geglaubt werden.

Die neueren Dynamomaschinen von den Abmessungen für etwa 50 PS arbeiten mit einem Wirkungsgrad von mindestens 85 %. Es empfiehlt sich daher, wenn der Wirkungsgrad nicht zuverlässig bekannt ist, die abgelesenen Volt-Ampère durch 625 zu dividieren. Ein Motor, der z. B. 138 Ampère bei 227 Volt, also 31 326 Volt-Ampère liefert,

leistet demnach  $\frac{31\,326}{625} = 50$  PS.

Die für kleinere Motoren gebräuchlichste Art, die Leistung zu bestimmen, nämlich mittels des Pronyschen Bremszauks, ist für stärkere Flugmotoren nicht geeignet. Bei ihr wird bekanntlich die Motorleistung dadurch in Wärme umgesezt, daß man (Fig. 11) auf der Motorschwungscheibe *a* Holzbacken *b* mittels der Schrauben *c* so fest anzieht, bis der Motor die minutliche Umlaufzahl *n* hat, für die man seine Leistung ermitteln will.

Beträgt das in der Schwebe gehaltene Gewicht *P*, so ist die Leistung des Motors in Pferdestärken

$$L_{PS} = \frac{P \cdot l \cdot \pi \cdot n}{2250}.$$

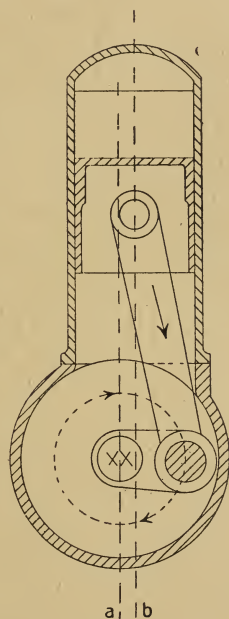


Fig. 10. Versetzung der Zylinderachse.

a—b Abstand von Wellenmitte gegen Zylindermitte.

Da man nun die an den Bremsbacken erzeugte Wärme durch Begießen mit Wasser od. dgl. abführen muß, so ist es nicht leicht, die Reibung immer auf derselben Höhe zu halten. Die Ablesungen lassen daher häufig an Genauigkeit zu wünschen übrig.

Von diesen Übelständen frei ist die Art, bei der man die Motorleistung in Elektrizität umsetzt, nicht aber diese selbst mißt, sondern nur das bei der Umwandlung vorhandene Drehmoment. Die Einrichtung ist eigentlich die gleiche wie ein Pronyscher Zaum, nur daß die Reibungskupplung des Wagebalkens  $l$  in Fig. 11 durch eine elektrische ersetzt ist.

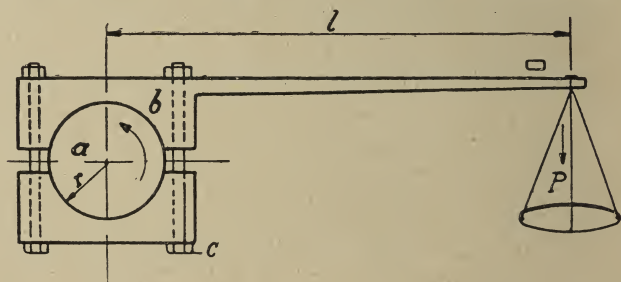


Fig. 11.

Man hängt zu diesem Zwecke das mit dem Arm  $l$  versehene Polgehäuse  $b$  einer Dynamo drehbar auf, wie Fig. 12 zeigt. Wird der Anker  $a$  durch den Benzinmotor gedreht, so werden in ihm Ströme induziert, die das Polgehäuse mitzunehmen bestrebt sind. Diese elektrische Kupplung entspricht genau der mechanischen Reibungskupplung in Fig. 11, so daß die gleiche Formel Anwendung findet.

Die Umlaufzahl wird geändert, indem man durch Aus- und Einschaltung von Widerständen den in der Dynamo erzeugten Strom regelt.

Diese Art der elektrischen Bremsung hat den Nachteil, daß die Anlage ziemlich teuer ist.

Sehr billig dagegen ist folgende Bremseinrichtung, die man selbst herstellen kann, und die in Frankreich und

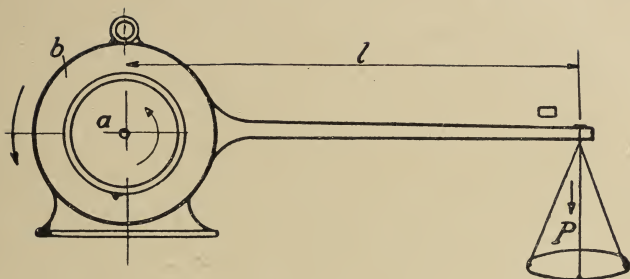


Fig. 12.

neuerdings auch bei uns sehr gebräuchlich ist. Bei dieser wird die Motorleistung durch Luftreibung in Wärme verwandelt. Wie Fig. 13 zeigt, treibt der Motor einen Arm, der außen Flügel besitzt, an. Diese sind so bemessen, daß der Motor mit ihnen seine verlangte Anzahl minutlicher Umdrehungen leistet.

Der Motor  $m$  ist auf einer Schwinde  $a$  angeschraubt, die den Hebel  $l$  trägt. Am Ende dieses Hebels sitzt die Wage, am bequemsten eine Federwage.

Da jeder Wirkung eine gleiche Gegenwirkung entspricht, so sucht sich das Motorgehäuse mit dem gleichen Drehmoment, aber in entgegengesetzter Richtung zu drehen, wie der mit den Flügeln versehene Arm.

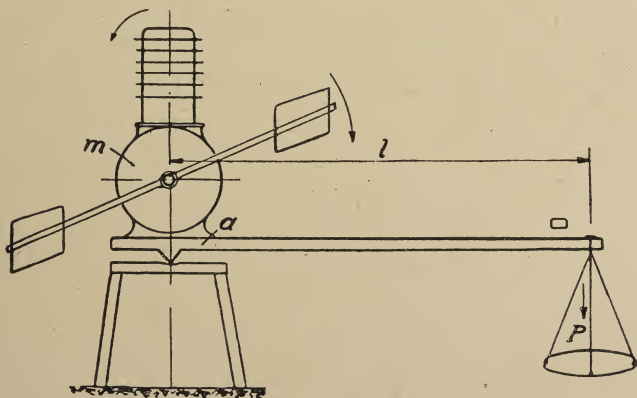


Fig. 13.



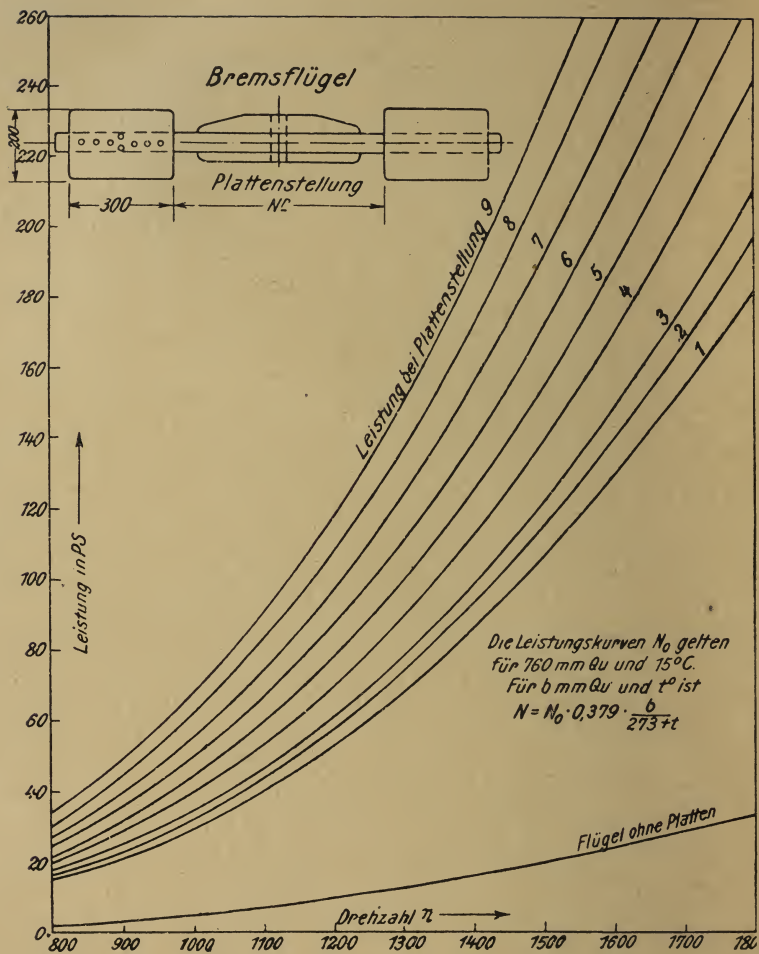


Fig. 14.

Die Leistung des Motors berechnet sich nach der bekannten Formel

$$Pl = 716 \frac{L}{n}$$

$$L_{rs} = \frac{P \cdot l \cdot n}{716}.$$

Macht man den Hebelarm  $l$  716 mm lang, so hebt sich  $l$  gegen 716, und man erhält in einfachster Weise die Motorleistung als Produkt aus Umlaufzahl  $n$  und Zug  $P$ .

Hat man die Größe der Flächen richtig ausgeprobt, so genügt es natürlich, nur die Umlaufzahl des Motors derselben Stärke zu messen, um zu erfahren, ob er seine volle Leistung hat. Man kann also dann davon absehen, ihn beweglich zu

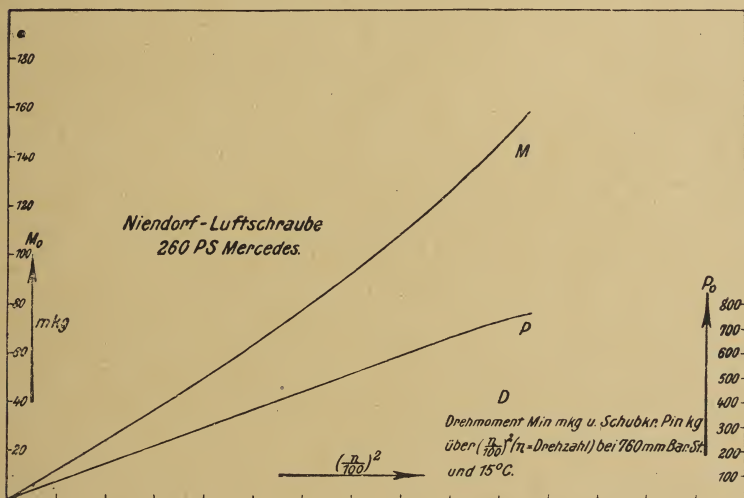


Fig. 15.

lagern, um sein Drehmoment zu ermitteln. Diese Art ist auch vielfach üblich. Man kann Flügel fertig beziehen, deren Leistungsverbrauch bei bestimmter Umlaufzahl bekannt ist.

Nun ändern aber geringe Verbiegungen der Bleche den Luftwiderstand und damit die Umlaufzahl und die daraus erschlossene Leistung erheblich. Außerdem ist es nicht gleichgültig, ob die Flügel, wie man es häufig sieht, in einer kleinen, vom Maschinenraum getrennten Kammer oder in einer großen Halle laufen. Es ist daher vor dieser Leistungsbestimmung zu warnen und zu raten, stets außer der Umlaufzahl auch den Zug  $P$  nach Fig. 13 zu messen.

An Stelle der Bremsflügel benutzt man häufig die zugehörige Luftschraube des Motors oder geeichte „Bremschrauben“. Solche Bremsschrauben werden z. B. in der deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Adlershof geeicht. Ihre Angaben sind natürlich von Lufttemperatur und -druck abhängig. Eine Eichkurve von Bremsflügeln zeigt als Beispiel Fig. 14.

Eine andere Art der Darstellung zeigt Fig. 15, bei der

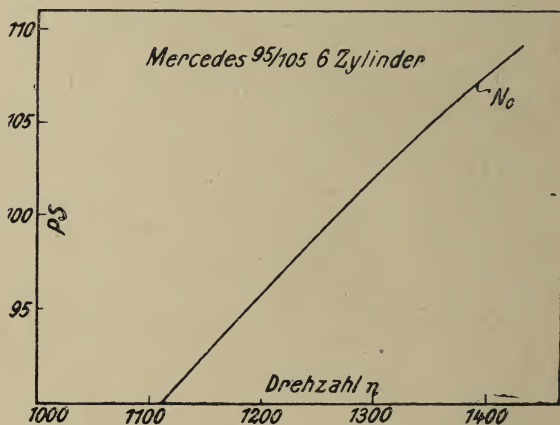


Fig. 16.

Drehmoment  $M$  und Achshub  $P$  einer vom Verfasser konstruierten Niendorfschraube als Funktion von  $\frac{n}{100}$  aufgetragen ist.

Diese bequeme Art der Motorbremsung legt den Gedanken nahe, die Motorleistung innerhalb der Flugmaschine festzustellen, also die Leistung zu ermitteln, die der Motor mit der für ihn bestimmten Luftschraube hat. Die Luftschraube ist in diesem Falle doch nichts weiter als die Flügel der Fig. 13, wobei an die Stelle des Klippgestells  $a$  das Flugzeug selbst tritt.

Um das Gegendrehmoment des Motors zu messen,

stellt man das Flugzeug mit einem Rade oder mit beiden Rädern auf eine Dezimalwaage. Der Schwanz ist natürlich befestigt. Nun stellt man den Druck jedes Rades zuerst in der Ruhe und dann während des Motorlaufs fest.

Beträgt der Radabstand  $l$ , der während der Bewegung auftretende Druckunterschied der Räder  $P$  und die minut-

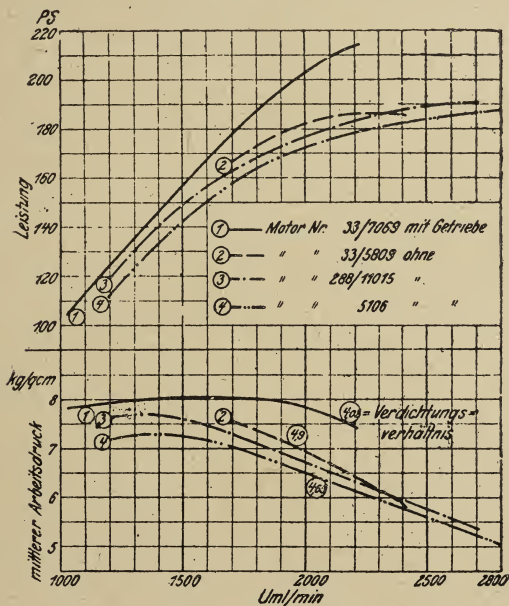


Fig. 17. Bremsergebnisse von vier Hispano-Suiza-Motoren.  
Leistungen umgerechnet auf 760 mm Q.-S. und 15° C.

liche Drehzahl  $n$ , so ergibt sich die von der Schraube aufgenommene Motorleistung in Pferdestärken wieder aus der Formel

$$L = \frac{P \cdot l \cdot n}{716}.$$

Ist die Schraube untersetzt, so muß man für  $n$  die Umlaufzahl der Schraube in die Formel einsetzen, da das an den Rädern angezeigte Drehmoment von der Schraube herrührt.

Diese bequeme Art, die Motorleistung zu messen, ist natürlich bei Maschinen mit aufgehobenem Drehmoment, wie der Wrightschen, nicht anwendbar. Außerdem beeinflußt eine vor dem Tragdeck angeordnete Schraube das Ergebnis etwas, da der Schraubenwind gedreht ist und hierdurch auf die beiden Flügel verschieden drückt. Auch muß man darauf achten, daß der Wind nicht den einen Flügel etwas hebe und das Ergebnis fälsche.

Zum Schluß dieses Abschnittes seien noch in Fig. 16 die Leistungskurven eines 95/105 PS-Sechszylinder-Mercedes und in Fig. 17 des Hispano-Suiza-Motors gegeben und auf Fig. 68 verwiesen.

## Bauweisen.

### Zylinderanordnungen.

Der Einzylindermotor findet wegen seines schlechten Massenausgleichs im Flugzeug keine Verwendung, ebenso

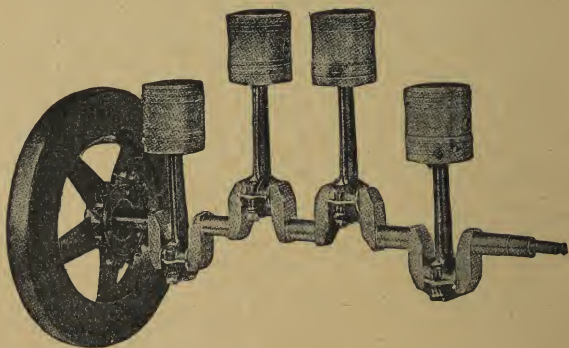


Fig. 18. Kolben und Kurbelwelle mit fünfmaliger Lagerung.

der Zweizylinder. Die geringste gebräuchliche Zylinderanzahl ist drei, und zwar hat sie u. a. die erste Ausführung des bekannten Anzani-Motors. Die Dreizylinder sind in diesem Falle in Fächerform, später auch in Sternform (Y)



angeordnet (s. S. 165). Die zurzeit bei Automobilmotoren gebräuchlichste Zylinderanordnung, die des Vierzylinderreihenmotors, wird bei Flugmotoren nur noch selten angewandt. Bei dieser Zylinderanordnung sind die freien Trägheitskräfte bis auf den aus der endlichen Kolbenstanglänge sich ergebenden Unterschied, und infolge der symmetrischen Anordnung der schwingenden Massen auch noch die Kippmomente aufgehoben. Wie die Fig. 18 erkennen läßt, sind die beiden äußeren und die beiden inneren Kurbeln je nach derselben Seite gekröpft, so daß die äußeren Kolben zusammen in der entgegengesetzten Richtung schwingen, wie die inneren, wodurch die Kippmomente aufgehoben werden.

Ein völliger Ausgleich nicht nur der Kippmomente, sondern auch der freien Kräfte ergibt sich beim

Sechszylindermotor, der deshalb auch der gebräuchlichste Flugmotor ist. Seine Kurbelwelle zeigen die beiden unteren Reihen der Fig. 19. Immer die Kurbeln, die den gleichen Abstand von der Kurbelwellenmitte haben, sind gleich gerichtet. Dadurch werden die Kippmomente wie beim Vierzylinder beseitigt. Im übrigen sind die Kurbeln gegeneinander um  $120^{\circ}$  versetzt, wodurch die Zündungen in gleichen Abständen erfolgen (vgl. S. 50). Die schwingenden Massen sind auch ausgeglichen. Die obere Anordnung unterscheidet

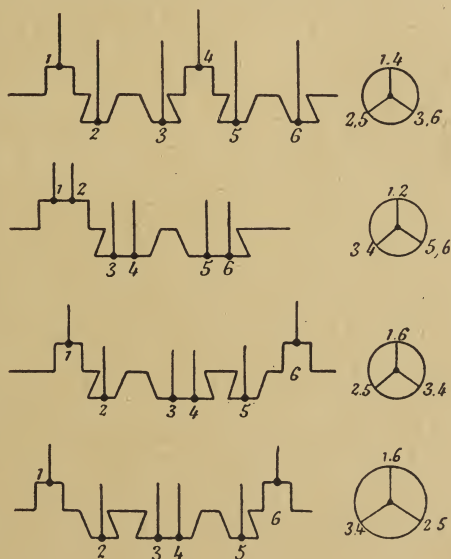


Fig. 19.

Kurbelstellungen von Sechszylindermotoren.

sich von der unteren nur durch die Richtung, in der die Kurbeln aufeinander folgen. Die Zündfolge in den einzelnen Zylindern ist dadurch entsprechend versetzt. Fig. 20 zeigt die Kurbelwelle des Sechszylinders perspektivisch, um auch



Fig. 20. Schematische Darstellung eines Sechszylindermotors.

die Kreise neben den Kurbelwellen der Fig. 19 verständlich zu machen. Diese geben die Stellungen der einzelnen Kurbeln an, wie sie erscheinen, wenn man in der Richtung der Welle sieht. Die beiden Kurbeln unterscheiden sich durch den Drehsinn. Bei den gebräuchlichen Flugmotoren wird die Kurbelstellung der untersten Reihe in Fig. 19 verwandt.

Um den Drehsinn eines Motors zusammen mit der zugehörigen Luftschraube eindeutig anzugeben, hat man die folgenden Bezeichnungen eingeführt, wobei man den Motor gegen den Luftschraubenzapfen betrachtet.

Edul	= entgegen dem Uhrzeiger laufend,
Mul	= mit dem Uhrzeiger laufend,
Edulali	= Edul, Auspuff links,
Edulare	= Edul, Auspuff rechts.

Für Luftschrauben entsprechend:

Edulzug	=	} je nachdem es sich um Zug- oder Druck- schrauben handelt.
Eduldruck	=	
Mulzug	=	
Muldruck	=	

Reihenmotoren mit mehr als sechs Zylindern werden nur selten gebaut. Achtzylindermotoren besitzen vielmehr meist Fächeranordnungen nach Fig. 21. und 22. Hierbei können die Pleuellstangen je zweier gegenüberstehender Kolben in verschiedener Weise an den Kurbeln angelenkt

sein. Entweder sitzen beide gleichwertig nebeneinander auf derselben Kröpfung, oder nur die eine Stange umfaßt die Kurbel und die andere läuft auf dem Stangenauge oder ist dort angelenkt. Da sie gegen die andere Kurbel nur schwingende Bewegungen von geringer Größe auszuführen hat, kann bei ihr die Flächenpressung viel höher gewählt werden als bei der andern Stange, die die Kurbel umfaßt. Diese Anordnung ist der andern, bei der beide Kurbeln gleichwertig nebeneinander sitzen, vorzuziehen.

Die gleiche Überlegung trifft auch auf die übrigen fächer- und sternförmigen Motoren zu. Ein Beispiel liefert der Gnôme-Motor, bei dem die Zylinder um die feststehende Kurbelwelle laufen. Bei ihm läuft eine Pleuelstange auf zwei Kugellagern, während die anderen Kurbeln mit Gleitlagern an der Hauptkurbel angelenkt sind. Hierbei schneiden die Pleuelachsen nicht in allen Stellungen die Kurbelachse, was den Massenausgleich etwas beeinflußt. Dies ist bei anderen Sternmotoren vermieden, worauf bei diesen eingegangen ist.

Wenn bei den Sternmotoren die Zylinder umlaufen, so ergeben sich zwischen Kolben und Zylinder noch zusätzliche Kräfte, wie an anderer Stelle bereits gezeigt ist. Die Umlaufmotoren wer-

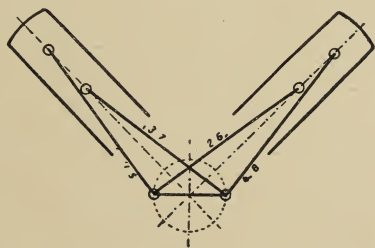


Fig. 21. V-förmige Anordnung der Achtzylindermotoren.

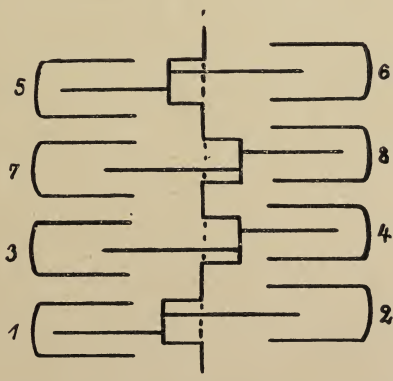


Fig. 22. Für den Massenausgleich günstige Anordnung der Pleuellager.

den mit 7 und 9 in einer Ebene liegenden Zylindern gebaut. Bei 14 Zylindern ordnet z. B. Gnôme diese in zwei Ebenen an. Der Massenausgleich ist bei den Umlaufmotoren ein vollkommener.

## Ventilanordnungen.

Das Aussehen und Arbeiten der Motoren wird von der Anordnung ihrer Ventile stark beeinflusst. Die bei Automobilen vielfach noch übliche alte Daimlersche Art der Ventilanordnung, die Fig. 23 zeigt, wird bei Flugmotoren heute nicht mehr angewandt, da der zerklüftete Verbrennungsraum die günstigste Ausnutzung des Gemisches nicht gestattet. Deshalb legt man die Ventile jetzt fast immer in den Zylind-

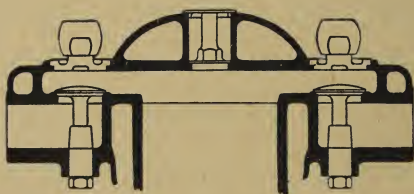


Fig. 23. Ventile zu beiden Seiten des Motors.

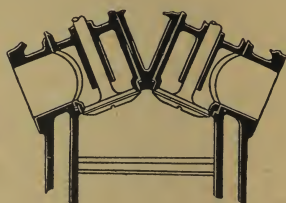


Fig. 24. Schräggestellte Ventile im Zylinderkopf.

derkopf, wodurch der Verbrennungsraum einheitlich wird (Fig. 24). In diesem kann man die Verdichtung höher treiben und das Gas besser ausnutzen. Die Nockenwelle, die die Ventile betätigt, kann nun entweder wie sonst üblich im Kurbelgehäuse liegen und die Ventile durch Stößel und Schwinghebel bewegen, oder sie liegt über den Zylindern.

Besonders einfach wird der Verbrennungsraum auch, wenn man Ein- und Auslaßventil vereinigt. So ist der Oerlikonmotor (Fig. 120 ff.) mit einem solchen vereinigten Ventil ausgerüstet gewesen. Indessen haben die meisten Firmen, die früher solche Doppelventile anwandten, diese Bauart wieder aufgegeben, wohl weil sie noch nicht genügend durchgearbeitet waren. Die Arbeitsweise eines solchen Ventils ist aus den Fig. 25—27 ersichtlich, die bei einem amerikanischen Motor

angebracht sind. Auch das Doppelventil der Fig. 28, das der Verfasser vor Jahren bei seinem Flugmotor anwandte, und bei dem nur eine Sitzfläche im Feuer liegt, hat

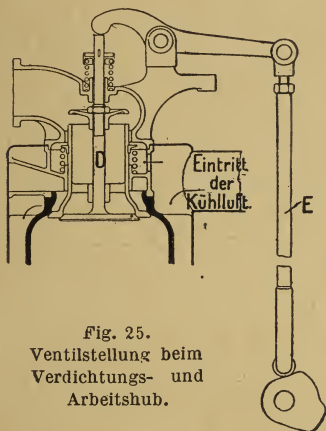


Fig. 25.  
Ventilstellung beim  
Verdichtungs- und  
Arbeitshub.

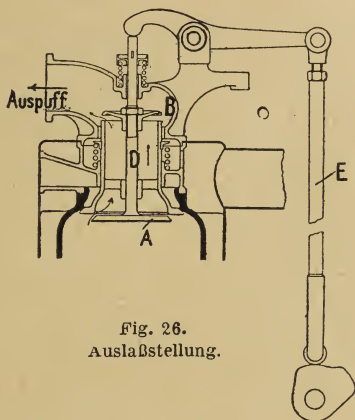


Fig. 26.  
Auslaßstellung.

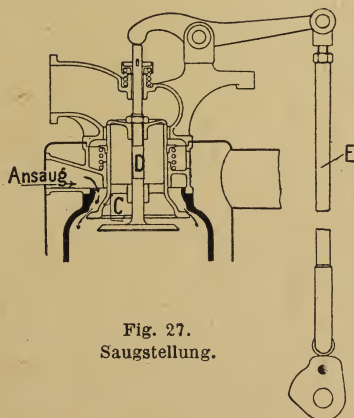


Fig. 27.  
Saugstellung.

Fig. 25—27. Ineinanderliegende Ventile.

sich bewährt, obwohl die Abstimmung der beiden Ventilefedern gegeneinander, der nicht gezeichneten Hauptfeder und der schwachen Schieberfeder, nicht ganz leicht war. Wird das Ventil etwas nach unten bewegt, so findet Aus-



laß statt. Bei weiterem Senken setzt der Hohlchieber auf und sperrt die Auslaßöffnungen ab. Bei noch weiterem Senken trennt sich das Ventil vom Schieber und gibt den Einlaß frei.

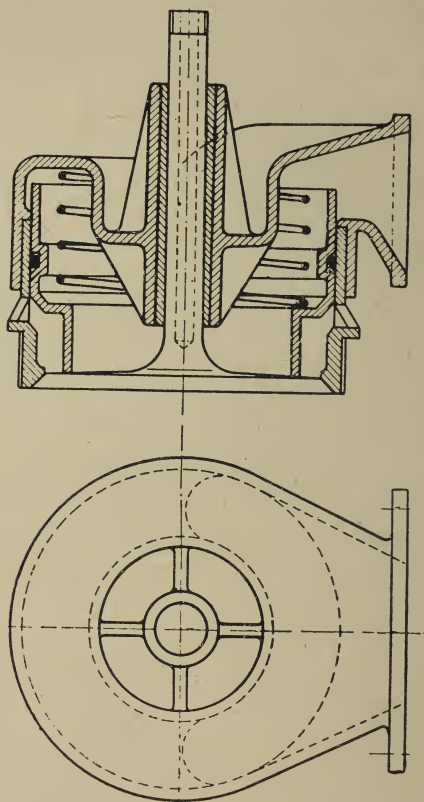


Fig. 28. Gemischtes Ventil von Huth.

Beim Gnôme-Motor befindet sich nur das Auslaßventil im Zylinderkopf, während das Einlaßventil im Kolbenboden sitzt (Tafel zwischen S. 188/189). Bei Standmotoren hat man diese Ventilanordnung noch nicht versucht.

Der neueste Gnôme-Motor, der Einventilmotor, Fig. 29,

hat das selbsttätige im Kolbenboden liegende Einlaßventil dadurch umgangen, daß das Auslaßventil noch einige Zeit während des Saughubes offen bleibt, wobei durch das Auslaßventil frische Luft eingesogen wird. Im weiteren Verlauf des Einlaßhubes bleibt das Auslaßventil geschlossen. Es bildet sich ein Unterdruck im Zylinderraum, bis der Kolben kurz vor seinem unteren Totpunkt Einlaßöffnungen frei-

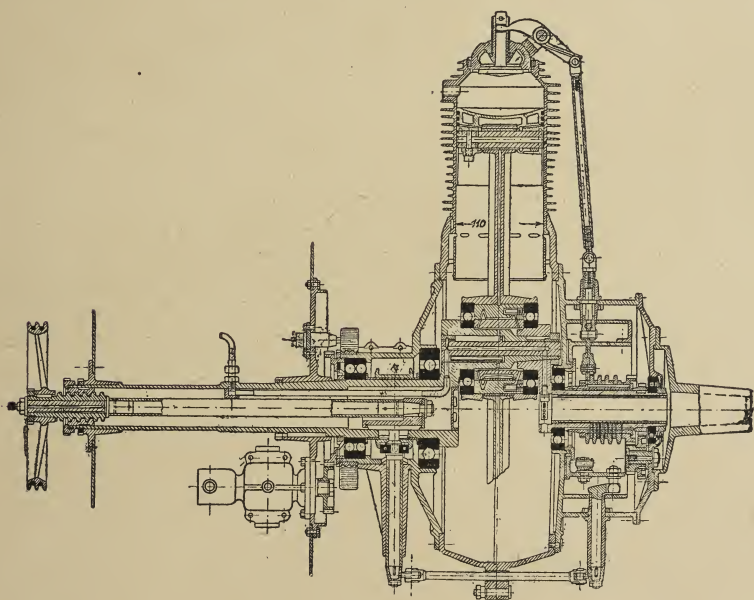


Fig. 29. Gnôme-Einventilmotor.

legt, durch die reiches Gemisch einströmt. Dieses bildet zusammen mit der vorher angesogenen Luft das normale Gemisch.

Bei der neuesten Ausführung dieses Motors ist das Ventil mit dem Hebel starr verbunden, wie Fig. 29 erkennen läßt.

Fig. 30 zeigt eine noch einfachere Anordnung, die noch vor dem Inventil-Gnôme ausgeführt worden ist. Bei ihr

erfolgt das Ansaugen der gesamten Luft durch das Ventil, das zuvor als Auslaß gedient hat. In der tiefen Einlaßstellung steuerte das Ventil den Brennstoff.

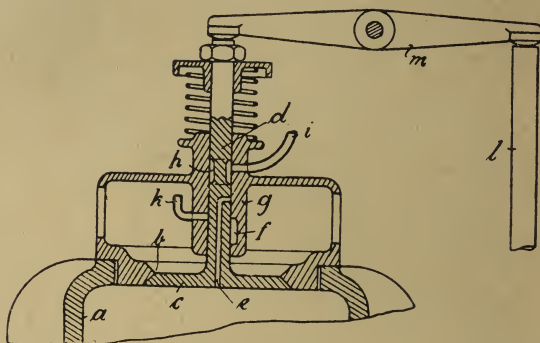


Fig. 30. Einventil-Motor von Huth. DRP. Nr. 232 432.

## Bauteile.

### Zündung.\*)

Die Zündung der Flugmotoren erfolgt zurzeit ausschließlich durch den elektrischen Funken, und zwar benutzt man

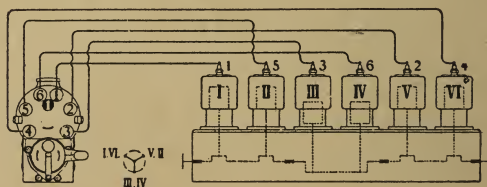


Fig. 31. Kabelverbindungen

die Batteriezündung, bei der der niedrig gespannte Strom einer Sammlerbatterie durch eine Induktionsspule auf hohe

\*) Ausführlicher in „Huth, Störungen bei Flugmotoren“, Bd. 3 der „Flugtechnischen Bibliothek“.

Spannung gebracht wird, neuerdings nur noch selten als Aushilfszündung oder beim Anlassen. Man erzeugt den Zündstrom jetzt fast ausschließlich durch Magnetinduktoren und läßt ihn dann in den Zündkerzen überspringen. Zur größeren Sicherheit ist häufig jeder Zylinder mit zwei Kerzen ausgerüstet, die entweder von einem einzigen besonders dazu geeigneten Magnetinduktor gespeist werden, oder durch zwei getrennte Magnete, wodurch die Betriebssicherheit noch weiter erhöht wird.

Der Grund für diese Zündfolge liegt an der Versetzung der Kurbeln um  $120^{\circ}$  und darin, daß die Zündungen in gleichem Abstand folgen sollen. Der Zündabstand beträgt auch  $120^{\circ}$ .

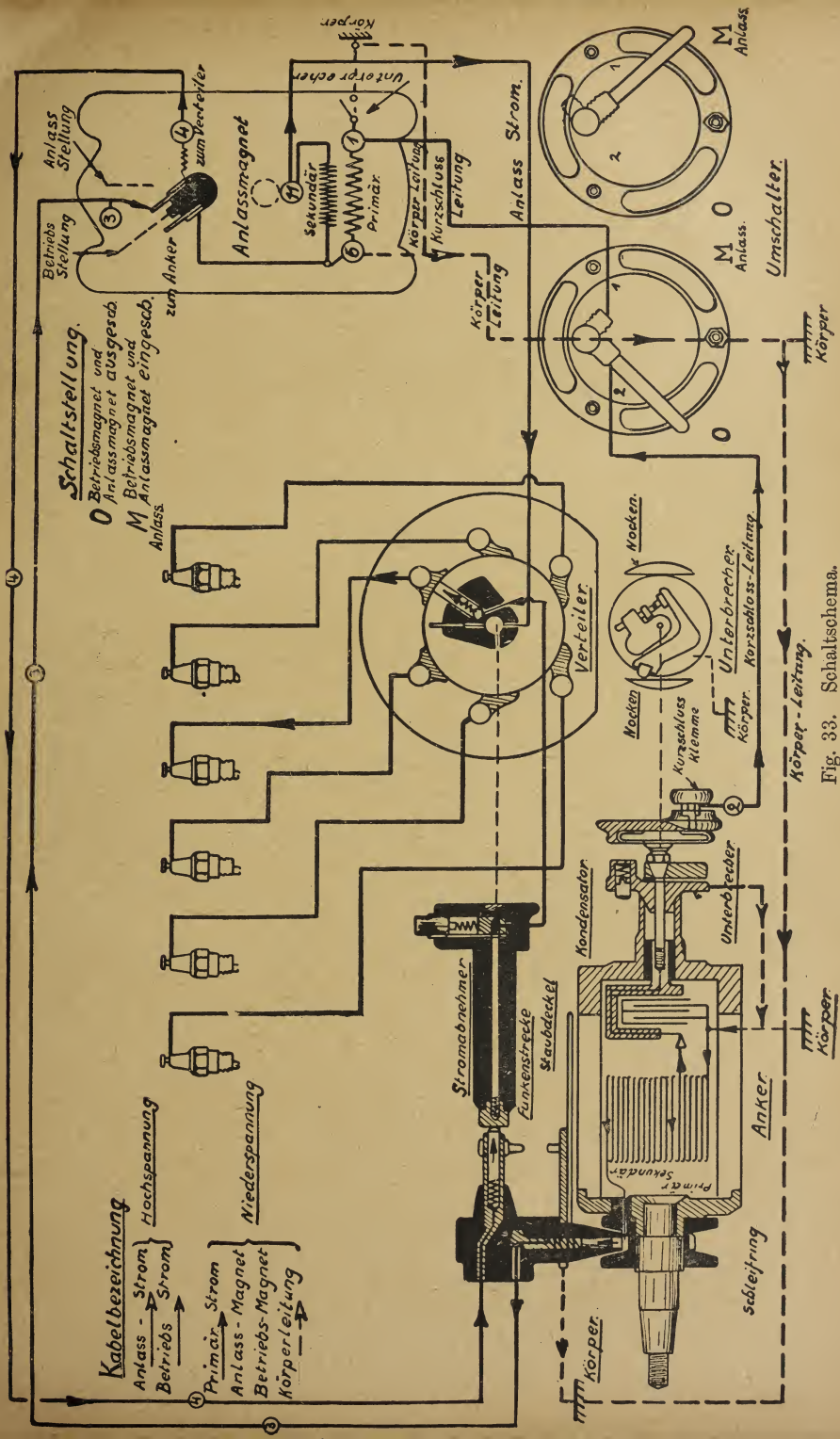
Nimmt man an, Zylinder 1 (Fig. 31 oder 19) habe gezündet, so würden nach einer Kurbeldrehung um  $120^{\circ}$  sich sowohl 2, als auch 5 oben in der Zündstellung befinden. Man hat nun den Motor so eingestellt, daß 5 voll frischen verdichteten Gases ist und zündet, weil dann die Lager der vorderen Motorhälfte, die durch die erste Zündung beansprucht waren, entlastet sind und Zeit haben, ihr Öl zu ergänzen. Nach Zylinder 5 kommen bei weiterer Drehung um  $120^{\circ}$  3 und 4 in Zündstellung. Aus dem soeben genannten Grunde läßt man 3 zünden usf.

Die Schaltung der beiden Magnete mit dem Anlaßmagneten zeigt Fig. 32, während Fig. 33 die innere Schaltung des einen der Magnete zusammen mit dem Handanlasser darstellt. Man erkennt, daß die Verteilung des Zündstroms auf die einzelnen Kerzen vom Betriebsmagneten geschieht, da der Handanlasser keinen besonderen Verteiler besitzt.

Neuerdings bleiben die Verbindungen 3 und 4 weg, wobei man auf Ausschaltung des Betriebsmagneten beim Drehen der Handkurbel verzichtet.

Das neuere Flugzeug braucht elektrischen Strom außer zur Zündung noch zur Beleuchtung, zum Telegraphieren und zum Heizen von Handschuhen u. dgl. Es liegt daher nichts näher, als für alles eine gemeinsame Stromquelle (in Gestalt eines Dynamo, zusammen mit einer kleinen Sammlerbatterie) zu verwenden. Diese Selbstverständlichkeit hat sich noch nicht durchgesetzt. Der erste Motor, bei dem mit Erfolg die übliche Magnetzündung verlassen und durch Dynamostrom ersetzt ist, also ein Schritt auf dem bezeichneten Wege, ist der Liberty-Motor, den die Amerikaner schufen, nachdem sie in den Krieg gegen uns eingetreten waren. Näheres darüber S. 161.





## Vergasung.

Als Vergaser dienen mit geringen Ausnahmen bei den Flugmotoren die normalen Spritzvergaser, deren Brennstoff-

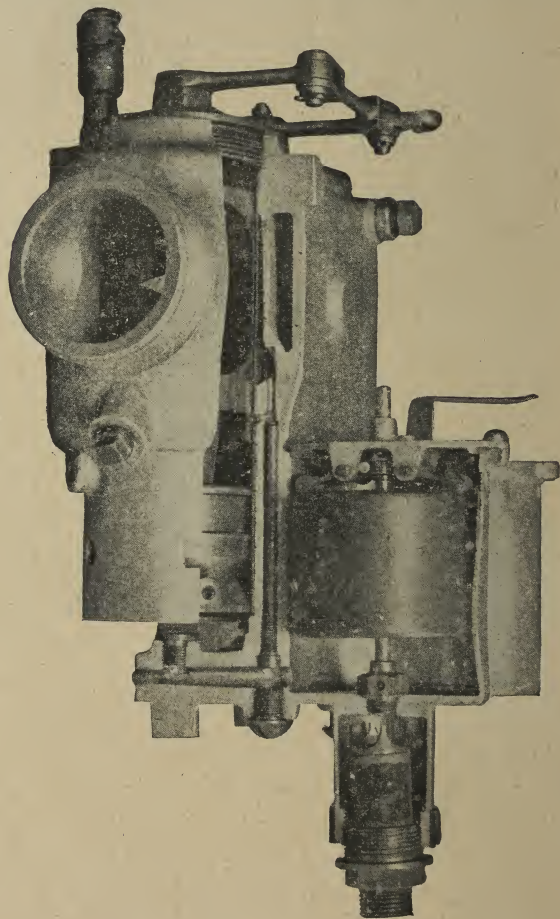


Fig. 34. Mercedes-Vergaser zum Teil aufgeschnitten.

stand durch einen Schwimmer auf der erforderlichen gleichen Höhe gehalten wird.

Die feine Zerstäubung des Brennstoffs geschieht in

dem Vergaser, der seinen Namen also eigentlich nicht zu Recht führt. Da bei der Zerstäubung natürlich auch eine starke Verdunstung stattfindet, wird die Gastemperatur sehr erniedrigt. Der Vergaser und die Ansaugluft müssen daher gehörig vorgewärmt werden.

Fig. 34 zeigt als Beispiel für eine Vergaserkonstruktion den Mercedes-Vergaser im Schnitt. Man erkennt den Schwimmer mit den Hebeln und der Schwimbernadel, die Hauptdüse in der Luftdüse, daneben die Anlaßdüse, die beim Volllauf des Motors durch die Drossel ausgeschaltet ist. Der Zweck der Nebendüse ist folgender: Beim Anlaß und im Leerlauf ist die Luftgeschwindigkeit zu gering, um Benzin aus der Hauptdüse mitzureißen und zu zerstäuben. Darum wird hierfür der Luft ein viel engerer Weg an der Nebendüse vorbei gewiesen. In der Abbildung hat der Schieber die Stellung, in der soeben die Nebendüse aus- und die Hauptdüse eingeschaltet ist.

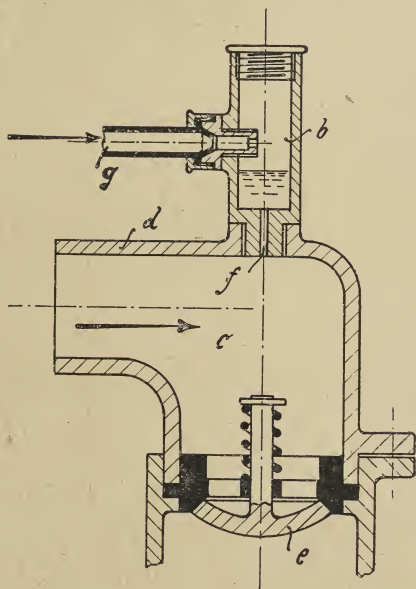


Fig. 35. Antoinette-Ventil.

Beim Volllauf des Motors würde das Gemisch zu reich werden. Dann öffnet sich das kegliche Nebenluftventil und läßt einen Teil der Luft außerhalb der Luftdüse vorbeistreichen.

Den Schwimmer vermeidet der Gnôme-Motor. Bei ihm wird der Brennstoff der Düse gleichmäßig zugeführt und durch den Saugluftstrom fortgerissen. Ist dieser Strom beim Andrehen des Motors noch nicht stark genug, so fließt das überschüssige Benzin einfach ab.

Auch der Maybach-Motor vermeidet den Schwimmer. Er ersetzt ihn durch eine Brennstoffpumpe.

Der Wright-Motor besaß ursprünglich auch keinen Schwimmer, sondern förderte den Brennstoff mittels einer Zahnradpumpe zur Düse.

Der Zweitaktmotor von Grade führt das Benzin dem Sitz eines Ansaugventils zu. Beim Lüften des Ventils werden die Brennstofföffnungen freigelegt und der Luftstrom reißt das Benzin mit sich fort (Fig. 171 ff.).

Auch bei Viertaktmotoren hat man versucht, den Brennstoff dem Einlaßventil unmittelbar zuzuführen, wodurch die langen dicken Gasleitungen fortfallen. Fig. 30 zeigt die Einrichtung des bekannten Antoinnettemotors, der indes jetzt nicht mehr gebaut wird. Der Brennstoff fließt durch das Röhrchen *g* in den Raum *b* über dem selbsttätigen Einlaßventil. Durch den engen Kanal *f* tropft es auf den Ventilkörper *e* und wird beim Saugen durch den Luftstrom mitgerissen. *d* ist der kurze Saugrohrstutzen, in den die Luft in Richtung des Pfeiles *c* tritt.

Der Brennstoffverbrauch neuerer Flugmotoren beträgt 190—250 g/SPStd.

## Kühlung.

Um die Zylinderwände auf einer Temperatur zu erhalten, bei der das Schmieröl nicht verbrennt und schmierfähig bleibt, müssen sie gekühlt werden. Die größeren Standmotoren sind ausschließlich mit Wasserkühlung versehen. Luftkühlung haben nur kleinere Motoren mit feststehenden Zylindern. Eine Ausnahme macht hierin der Renault-Motor, der mittels eines großen Ventilators die kühle Luft an den Zylindern vorbeijagt. Bei größeren Leistungen wird die Luftkühlung nur bei Umlaufmotoren angewandt, hier allerdings bis zu 200 PS.

Das Kühlwasser fließt in den Räumen zwischen Zylinder und Kühlmantel zum Kühler, Fig. 36, von diesem zur Wasserpumpe und dann wieder dem Motor zu.



Da die Kühlwassertemperatur möglichst nicht unter  $50^{\circ}$  sinken darf, so muß man im Winter den Kühler durch Stofftaschen od. dgl. zum Teil abdecken.

Ferner setzt man zweckmäßig im Winter dem Kühlwasser Frostschuttmittel zu, wie Alkohol, Chlorkalzium oder Glyzerin.

In der Höhe, bei geringerem Luftdruck, siedet das Wasser schon unter  $100^{\circ}$ ; in 1,5 km Höhe bei  $95^{\circ}$ , in 3 km

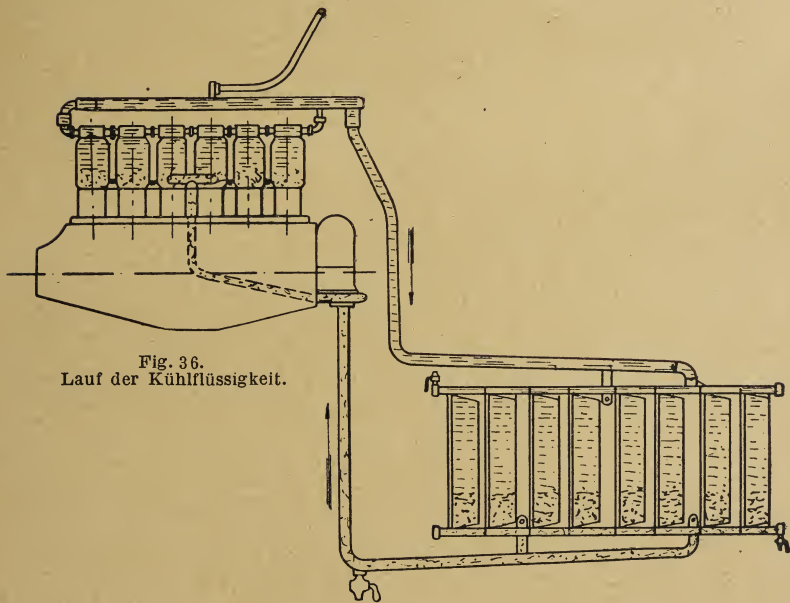


Fig. 36.  
Lauf der Kühlflüssigkeit.

bei  $90^{\circ}$ , in 4,5 km bei  $85^{\circ}$ , in 5 km bei  $83,5^{\circ}$ , in 6 km bei  $80^{\circ}$  usw. Daher muß die Kühlwassertemperatur beim Fluge ständig beobachtet werden. Zu diesem Zwecke sind in die Wasserleitung Thermometer eingebaut. In Großflugzeugen, bei denen die Motoren vom Führer nicht unmittelbar beaufsichtigt werden können, benutzt man Fernthermometer. Diese zeigen entweder elektrisch durch die Widerstandsänderung eines in der Kühlflüssigkeit befindlichen Leiters oder durch den Druck einer eingeschlossenen Flüssigkeit die Temperatur an.



## Ölung.

Die Schmierung der Flugmotoren erfolgt durch das gewöhnliche Motorenöl, bei Umlaufmotoren und vielfach auch bei feststehenden luftgekühlten Motoren durch bestes Rizinusöl. Die bei Automobilmotoren manchmal noch vorhandene Tauchschmierung, die ja auch bei diesen fast gänzlich aufgegeben ist, findet man bei Flugmotoren nicht mehr. Man benutzt meist eine Umlaufschmierung, bei der eine Pumpe das Öl aus dem als Behälter dienenden Gehäuse absaugt und an die Schmierstellen drückt.

Am zweckmäßigsten erscheint es, das Gehäuse nicht als Vorratsraum für das Öl zu benutzen, sondern das Gehäuse durch eine besondere Pumpe gänzlich leer zu halten. Der Ölvorrat befindet sich in einem besonderen Behälter, wo er gekühlt und gereinigt wird und leicht beobachtet werden kann. Näheres hierüber s. S. 123 beim Maybachmotor.

Der Ölverbrauch beträgt bei neueren Flugmotoren 15 g PS/Std.

In dem Maße, wie das Schmieröl verbraucht wird, wird aus dem Vorrat durch eine besondere Pumpe Frischöl zugeführt.

Bei Zweiaktmotoren, besonders bei solchen amerikanischer Herkunft, ist noch die Art der Schmierung zu erwähnen, bei der das Öl in bestimmtem Verhältnis (1:50) mit dem Brennstoff gemischt wird und mit diesem vereint durch die Düse zerstäubt den Zylindern zugeführt wird. Diese Schmierung hat sich bei Zweitaktmotoren bestens bewährt.

## Anlassen.

Das Anlassen der Flugmotoren geschieht fast stets in der Weise, daß nach Kurzschließung der Zündung der Motor an der Luftschaube einige Male herumgedreht wird, um die Zylinder voll Gas zu saugen. Dann wird der Kurzschluß der Zündung beseitigt und mittels eines kleinen Handmagneten

über die Verteilerscheibe eines der Zündmagnete Strom in die auf Zündung stehenden Zylinder geschickt. Bei den Motoren der R-Flugzeuge hat man Druckluftanlasser versucht. Auf das Anlassen mittels einer Gasmischpumpe ist beim Maybach-Motor besonders eingegangen.

Um das Andrehen der starken Flugmotoren zu erleichtern, ist bei diesen die Nockenwelle verschiebbar. In der Andrehstellung hebt je ein kleiner Hilfsnocken gegen Ende des Verdichtungshubes das Auslaßventil und läßt etwas Gemisch entweichen, um den Verdichtungswiderstand zu vermindern.

---

## Ausgeführte Motoren.

### Standmotoren.

### Reihenmotoren.

In Deutschland beherrscht zurzeit der wassergekühlte Motor mit hintereinander stehenden Zylindern, wie er sich aus dem Automobilmotor entwickelt hat, das Feld der Flugtechnik. Er ist zwar etwas schwerer als ein luftgekühlter Umlaufmotor gleicher Leistung, gebraucht dafür aber weniger Betriebsmittel, so daß der Unterschied bei längerer Flugdauer verschwindet. Die Weltrekorde der Dauer und Flugstrecke werden daher wohl noch jetzt von deutschen Flugzeugen mit einem solchen wassergekühlten Motor (Sechszylinder-Mercedes) gehalten.

### Die Mercedes-Daimler-Luftschiffmotoren

werden in folgenden Abmessungen gebaut:

Leistung, Gewicht und Preis der Mercedes-Daimler-Luftschiffmotoren.

Motortyp . . . . .	L 1246	L 1248	L 1676	L 1678
Nenn-Pferdestärke . . . . .	95	125	170	230
Anzahl der Zylinder . . . . .	6	8	6	8
Normale Umlaufzahl . . . . .	1250	1250	1100	1100
Normale Leistung . . . . . rd. PS	95	125	170	230
Höchste minutl. Umlaufzahl . . . .	1350	1350	1200	1200
Höchstleistung . . . . . rd. PS	105	140	180	240

(Fortsetzung.)

Motortyp . . . . .	L 1246	L 1248	L 1676	L 1676
Benzinverbrauch für PS und St. rd. g	240	240	240	240
Schmierölverbrauch f. PS und St. „ „	25	25	25	25
Motorgewicht einschl. Anlaßvorrichtung, Zündvorrichtung, Kühlwasserpumpe, Schmierölpumpe und der am Motor befindlichen Leitungen . . . . . rd. kg	225	285	430	570
Gewicht von:				
Schwungrad (für Federbandkupplung eingerichtet) . . . . rd. kg	45	45	50	50
Kühlvorrichtung je nach Einbau der Kühler . . . . .	—	—	—	—
Benzinbehälter je nach Fahrt-dauer . . . . . rd. kg	—	—	—	—
Zusatzölbehälter je nach Fahrt-dauer . . . . . rd. kg	—	—	—	—
Auspufftopf (ungekühlt) . . „ „	7	9	10	14
Federbandkupplung mit Aus- und Einrückhebel . . . . . rd. kg	30	30	35	35
Preis des Motors einschl. Anlaßvorrichtung (ohne Kupplung), Zündvorrichtung, Kühlwasserpumpe (ohne Kühlvorrichtung), Schmierölpumpe, ungekühlten Auspufftopf und der am Motor befindlichen Leitungen ab Fabrik Unter- türkheim . . . . . M.	11 500	15 000	20 500	27 000

Fig. 37 zeigt einen Achtzylinder-Luftschiffmotor von 240 PS. Er besitzt einen gemeinsamen Vergaser für alle acht Zylinder und zwei Wasserpumpen. Die im Zylinderkopf sitzenden Ventile werden durch Schwinghebel von einer im Kurbelgehäuse sitzenden Nockenwelle aus gesteuert.

Einen Sechszylinder-Luftschiffmotor von 170 PS zeigt Fig. 38. Bei ihm liegt die Nockenwelle wie bei allen Motoren der Tabelle über den Zylindern, ebenso wie auch bei

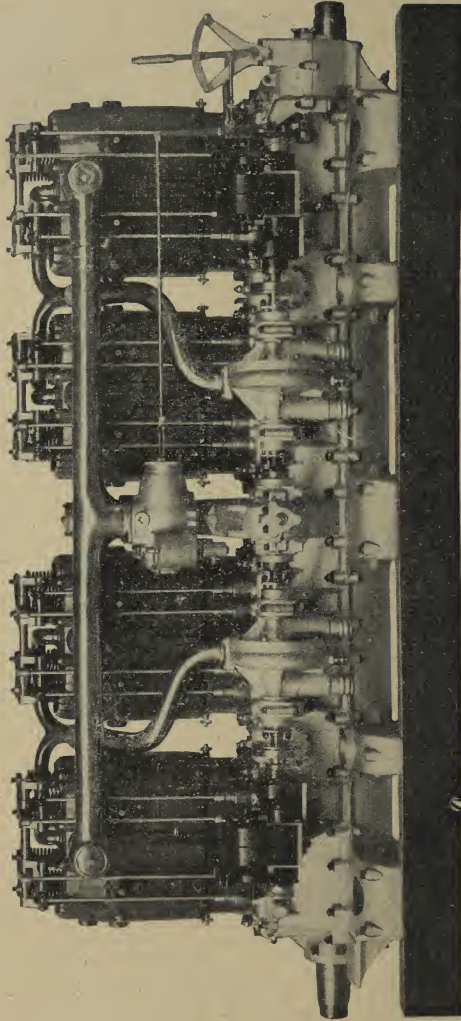


Fig. 37. 240 PS-Luftschiffmotor der Daimler Motoren-Gesellschaft. Bauart J 8 L.

den neuen Mercedes-Flugzeugmotoren. Sie wird durch eine senkrechte Welle und zwei Paar Kegelräder angetrieben.

Die Zündung erfolgt durch zwei getrennte Hochspan-



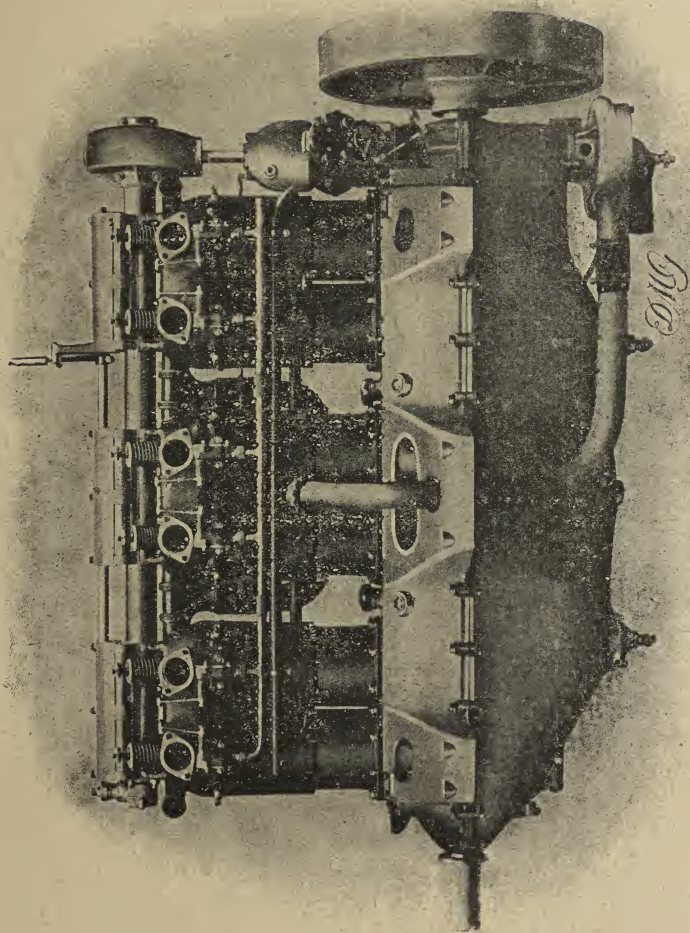


Fig. 38. 170 PS-Sechszylinder-Mercedes-Daimler-Luftschiffmotor.

nungszündapparate, von denen einer mit einem Anlaßmagneten versehen ist. Zum bequemen Anlassen der Motoren ist noch eine Gemischpumpe angeordnet.

Die Schmierung der Lager und der beweglichen Teile erfolgt durch eine Frischöl- und eine Umlaufschmiervorrichtung, die in den zugleich als Ölbehälter ausgebildeten Gehäuseunterteil eingebaut ist. Den Schmierstellen wird das Öl also unter Druck zugeführt. Der Ölvorrat im Gehäuseunterteil zusammen mit dem im Zusatzölbehälter reicht für zehn Betriebsstunden aus. Für eine längere Betriebsdauer als zehn Stunden muß der Zusatzölbehälter entsprechend größer gewählt werden.

Alle äußeren beweglichen Teile der Maschine sind der Übersichtlichkeit und bequemeren Bedienung wegen auf der Vergaserseite angebracht.

Die Einzelheiten der Mercedes-Daimler-Flugmotoren ergeben sich aus nachstehender Übersicht:

### Leistung, Gewicht und Preis der Mercedes-Daimler-Flugmotoren.

Motor. . . . .	F 1244	F 10546	F 1454	F 1246
Nenn-Pferdestärke . . . . .	60/70	75/85	85/95	95/105
Zylinderanzahl . . . . .	4	6	4	6
Leistung bei 1200 Umdrehungen in der Minute . . . . . rd. PS	62	75	85	95
Leistung bei 1400 Umdrehungen in der Minute . . . . . rd. PS	70	85	—	—
Leistung bei 1350 Umdrehungen in der Minute . . . . . rd. PS	—	—	95	105
Benzinverbrauch für PS und St. rd. g	240	240	240	240
Schmierölverbrauch für PS u. St. „ „	15	15	15	15
Bohrung . . . . . mm	120	105	140	120
Hub . . . . . „	140	140	150	120
Motorgewicht einschl. 2 Magnetapparate, Kühlwasserpumpe, Schmieröl-pumpe und der am Motor befindlichen Leitungen . . . . . rd. kg	142	142	182	186
Gewichte von:				
Luftschaubennabe . . . . . rd. kg	1	4	4	4
Zusatzölbehälter . . . . . „ „	2	2	2,5	2,5
	(f. rd. 7 l)	(f. rd. 7 l)	(f. rd. 10 l)	(f. rd. 10 l)
Flanschen z. Auspuffleitung „ „	0,3	0,5	0,4	0,5

(Fortsetzung.)

Motor . . . . .	F 1244	F 10546	F 1454	F 1246
Preis des Motors einschl. Luftschrauben- nabe mit Abzugvorrichtung, 2 Mag- netzzündapparate und 1 Anlaßmagnet, Kühlwasserpumpe (ohne Kühlvor- richtung), Schmierölpumpe, Zusatz- ölbehälter und der am Motor be- findlichen Leitungen unverpackt ab Untertürkheim . . . . . M.	7500	9500	10 000	11 500

Die Ventile liegen alle im Zylinderkopf und werden bei einigen Bauarten durch eine im Gehäuse liegende Nockenwelle gesteuert, während bei anderen die Nockenwelle wie bei den Luftschiffmotoren über den Zylindern liegt und durch eine senkrechte Welle angetrieben wird.

Zündung und Schmierung sind in gleicher Weise ausgeführt wie bei den Luftschiffmotoren. Der Ölvorrat ist aber mit dem gewöhnlich gelieferten Zusatzbehälter für nur sechs Stunden berechnet. Für eine längere Betriebsdauer muß er größer gewählt werden.

Fig. 39 u. 40 zeigen den Daimler-75/85-PS-Sechszylinder-Flugmotor, der 1913 im Wettbewerb um den Kaiserpreis mit dem Preis des Reichskanzlers ausgezeichnet wurde.

Dieser Motor hat Stahlzylinder, von denen je zwei zusammengeschweißt und mit einem gemeinsamen Kühlmantel aus Stahlblech umgeben sind. Der Vergaser ist ein Doppelvergaser mit zwei Schwimmern. Der Mercedes-Vergaser, den Fig. 34 in einer aufgeschnittenen Ausführung zeigt, benutzt für Anlaß und Leerlauf eine besondere Düse, die bei Vollauf des Motors durch die hierbei erforderliche Drosselstellung ausgeschaltet ist. Die Hauptdüse sitzt wie üblich in einem eingeschnürten Rohrstück, der sog. Luftdüse. Ihre Öffnung liegt an der engsten Stelle, an der die Luftgeschwindigkeit am höchsten ist, um eine gute Zerstäubung des Brennstoffs zu erreichen. Beim Anlassen und im Leerlauf ist die



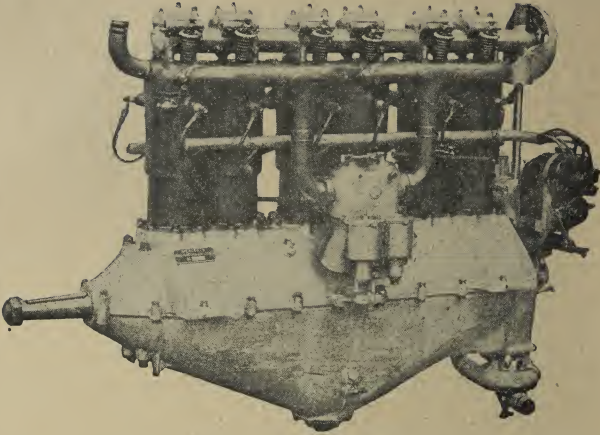


Fig. 39. 75/85 PS-Sechszylinder-Mercedes-Flugmotor. Vergaserseite.

Luftgeschwindigkeit aber auch an der Einschnürung zu gering, um Benzin aus der Düse mitzureißen und zu zerstäuben. Darum wird hierfür der Luft ein viel engerer Weg an der Nebendüse vorbei gewiesen.

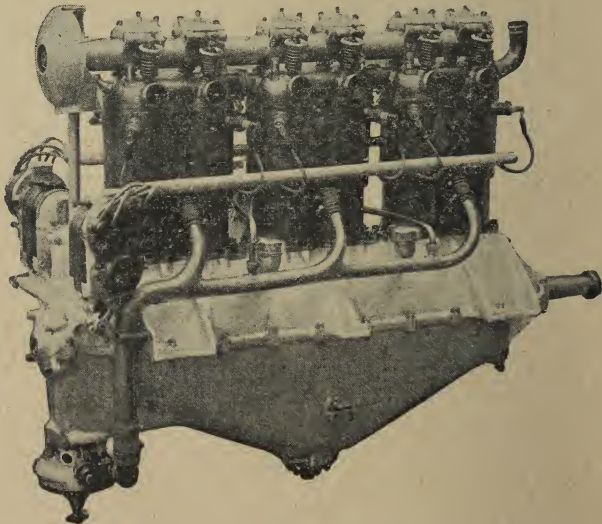


Fig. 40. 75/85 PS-Sechszylinder-Mercedes-Flugmotor. Auslaßseite.

In Fig. 34 hat der Drosselschieber die Stellung, in der soeben die Nebendüse aus- und die Hauptdüse eingeschaltet ist. Man erkennt den Weg, den die Luft kurz vorher, als die Nebendüse arbeitete, gegangen ist. Sie kam von unten wie gewöhnlich und ging den schmalen, schrägen Kanal an der Öffnung der Nebendüse vorbei in den Schlitzkanal, der um

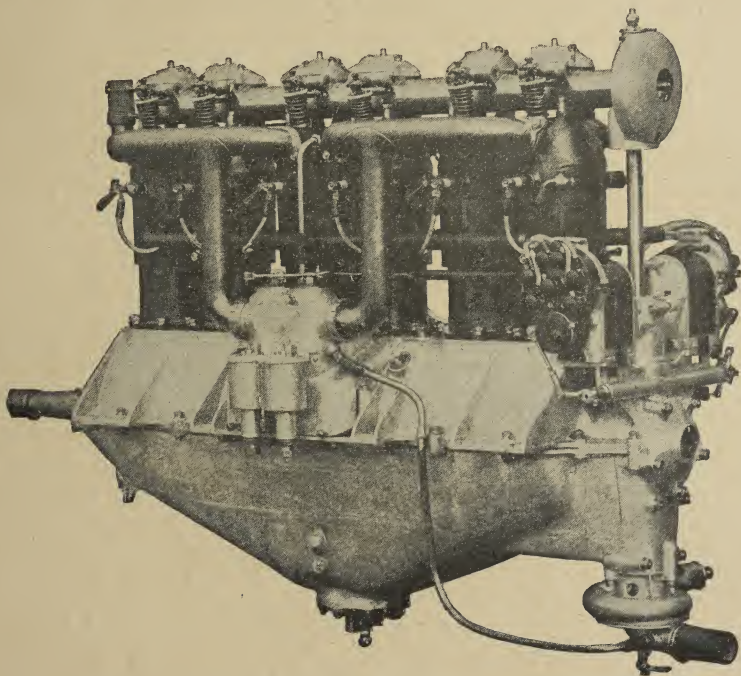


Fig. 41. 100 PS-Sechszylinder-Mercedes-Flugmotor. Vergaserseite.

die Drossel herum läuft, in das Saugrohr hinein. Wegen des geringen Strömungsquerschnitts ist die Gasgeschwindigkeit groß genug. Der Hauptweg an der Hauptdüse ist der Luft verschlossen bis auf eine kleine Ecke des in der Abbildung schon größer sichtbaren dreieckigen Schlitzes. Bei weiterer Drehung des Schiebers kommt ein jetzt in der Schnittöffnung sichtbares Loch vor den Saugrohranschluß.



Bei Vollauf würde zu viel Benzin mitgerissen, das Gemisch also zu reich werden. Dann hebt sich das in Fig. 34 sichtbare Nebenluftventil und läßt einen Teil der Luft außerhalb der Lufterdüse vorbeistreichen.

In größeren Höhen läßt die Leistung der Mercedesmotoren unverhältnismäßig nach. Vielleicht hebt sich das Nebenventil dann nicht genügend.

Die Wasserpumpe ist unten am Motor angebracht, so

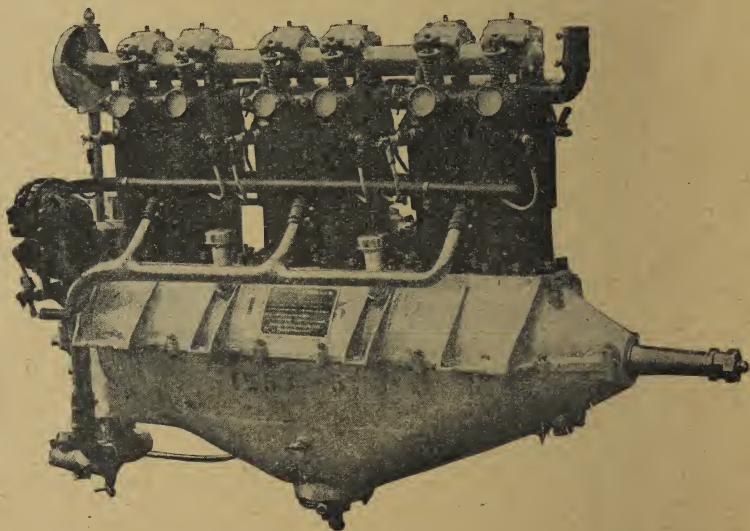


Fig. 42. 100 PS-Sechszylinder-Mercedes-Flugmotor. Auslaßseite.

daß das Wasser durch den dort angebrachten Hahn mit Sicherheit aus allen Teilen des Motors abfließen kann. Die beiden Zündmagnete werden von der senkrechten Zwischenwelle angetrieben und sind an der Rückseite des Motors quer angeordnet, um den Motor an der Luftschraubenseite schlank zu halten.

Der am meisten in Gebrauch befindliche Daimler-Flugmotor, mit dem auch die deutschen Dauerhöchstleistungen erzielt worden sind, ist durch die Fig. 41 u. 42 dargestellt.

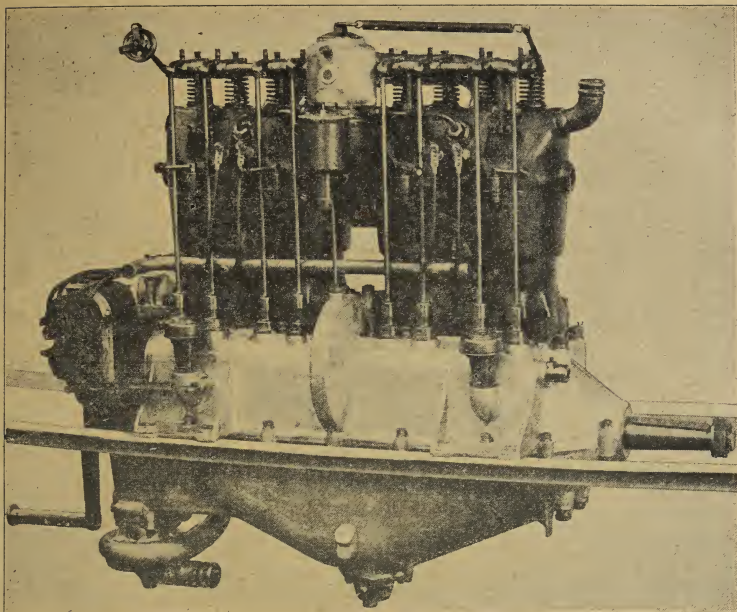


Fig. 43. 60/70 PS-Vierzylinder-Mercedes-Flugmotor. Vergaserseite.

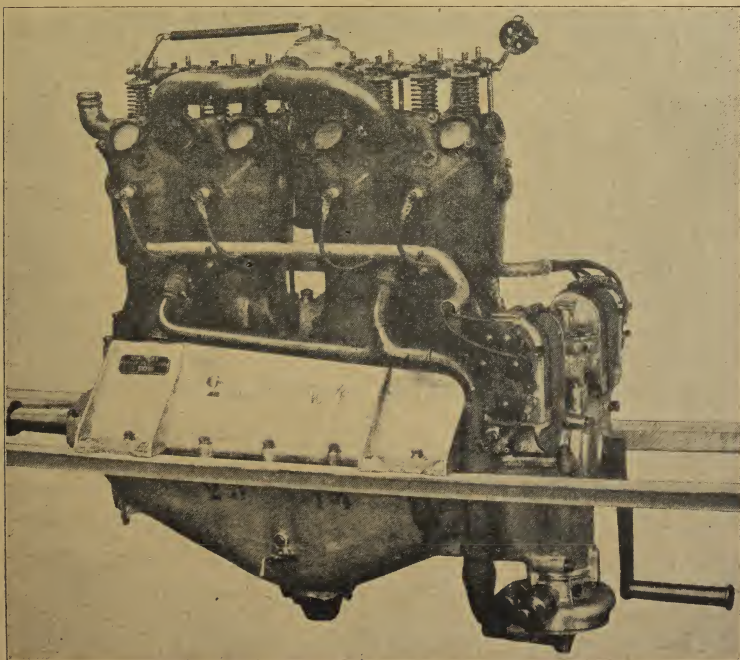


Fig. 44. 60/70 PS-Vierzylinder-Mercedes-Flugmotor. Auslaßseite.

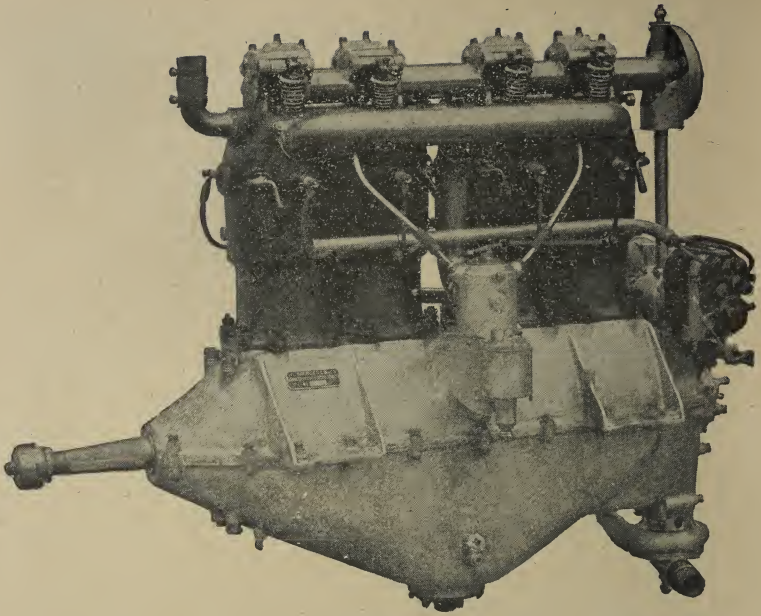


Fig. 45. 85/95 PS-Vierzylinder-Mercedes-Flugmotor. Vergaserseite.

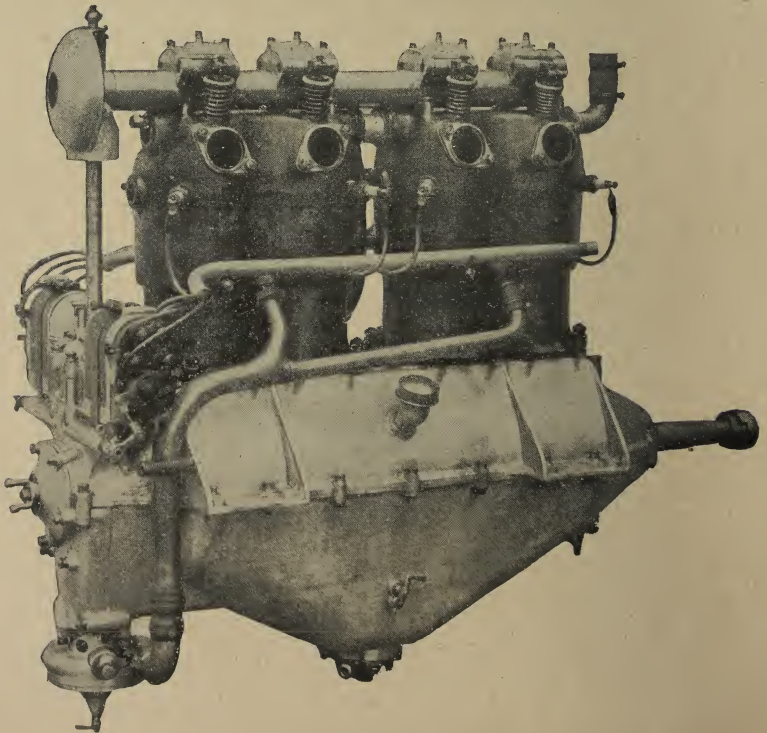


Fig. 46. 85 95 PS-Vierzylinder-Mercedes-Flugmotor. Auslaßseite.



Die Konstruktion der einzelnen Teile, der Doppelvergaser, der Antrieb und die Anordnung von Pumpe und Magneten ist die gleiche beim 100 PS wie beim kleinen Sechszylinder.

Einen jetzt veralteten Mercedes-Viercylinder-Flugmotor zeigen die Fig. 43 u. 44. Bei ihm erfolgte die Ventilbetätigung durch eine im Kurbelgehäuse befindliche Nockenwelle, die durch ein zwischen den Zylinderpaaren angeordnetes Kegelpaar angetrieben wird.

Der stärkere Vierzylinder - Daimler - Flugmotor von

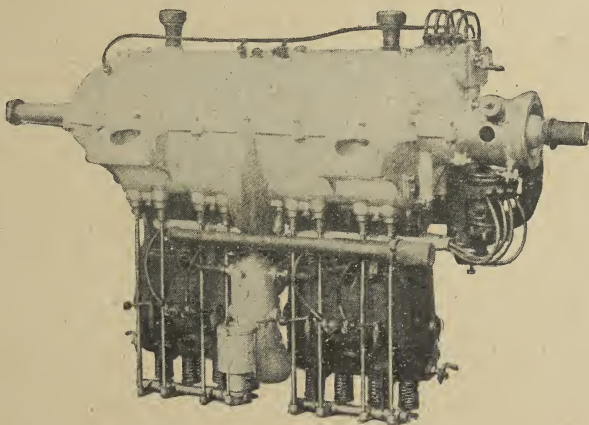


Fig. 47. 60/70 PS-Mercedes-Flugmotor mit hängenden Zylindern. Bauart 1912. Vergaserseite.

85/95 PS hatte die Steuerwelle wie die anderen Mercedes-Motoren über den Zylindern, wie Fig. 45 u. 46 erkennen lassen. Die Abbildungen zeigen auch deutlich die Anwärmung des Vergasers durch das Kühlwasser.

Der 60/70 PS-Vierzylinder wird auch mit hängenden Zylindern ausgeführt. Diese Bauart bietet manche Vorteile. Vor allem ist der Ausblick aus dem Flugzeug nach vorn freier, und die Auspuffgase belastigen den Führer auch dann nicht, wenn sie ohne Rohrleitungen ausströmen. Die Umlaufschmierung fällt bei dieser Motorart fort, und die Ölung erfolgt ausschließlich durch Frischöl, das jeder Schmier-

stelle einzeln in dem erforderlichen Maße zugepreßt wird. Im übrigen ist die Anordnung und Bauweise des Vergasers, der Zündung usw. die gleiche wie bei dem gewöhnlichen Motor.

Fig. 47 zeigt diesen Motor von der Vergaserseite, Fig. 48 von der Auslaßseite, während Fig. 49 eine spätere Ausführung dieses Motors von der Auslaßseite erkennen läßt. Sie unterscheidet sich von der früheren dadurch, daß der Antrieb der Schraubenwelle nicht unmittelbar durch die

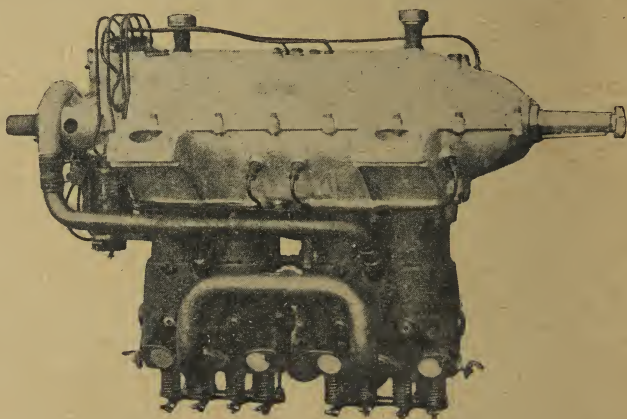


Fig. 48. 60 70 PS-Mercedes-Flugmotor mit hängenden Zylindern. Bauart 1912. Auslaßseite.

Kurbelwelle, sondern durch eine Vorgelegewelle erfolgt, die im Gehäuse über der Kurbelwelle eingebaut ist und mittels Stirnräder von dieser angetrieben wird. Die Zylinder sind gegossen.

Während bei den soeben genannten Mercedes-Motoren je zwei Zylinder durch einen gemeinsamen Kühlmantel zu einem Block vereinigt sind, stehen bei den größeren Ausführungen von 160, 240 und 260 PS die Zylinder einzeln. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß es bei den starken Motoren vorteilhafter ist, die Kurbelwelle nicht nur viermal, sondern siebenmal, also zwischen je zwei Zylindern zu lagern. Um die Ansaugluft vorzuwärmen, ist um den Gehäuseunterteil eine Wand gelegt, die mit ihm einen Kanal für die Saugluft bildet. Die Wasserpumpe ist etwas höher



gelegt, als beim 100 PS-Motor. Die Nockenwelle ist zur Erleichterung des Andrehens verschiebbar gelagert. In der Andrehstellung lüften Hilfsnocken gegen Ende des Verdichtungshubes die Auslaßventile und lassen etwas Gas entweichen. Beim 160 PS-Motor ist die Nockenwelle an die Umlaufschmierung angeschlossen.

Der 160 PS-Sechszylinder hat 140 mm Bohrung und 160 mm Hub.

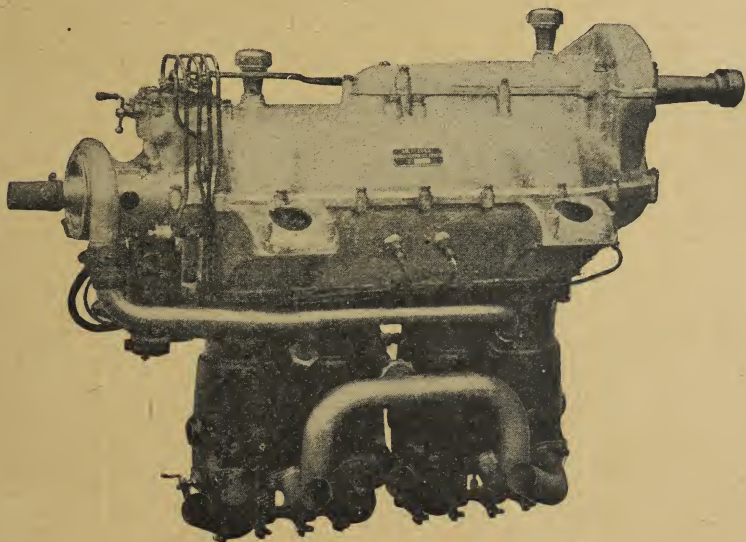


Fig. 49. 60/70 PS neuerer hängender Mercedes-Flugmotor.

Die Leistungsfähigkeit der deutschen Flugzeuge wurde ganz erheblich gesteigert durch den 220 PS-Mercedes-Achtzylinder. Die mit ihm ausgerüsteten Albatros-Flugzeuge C<sub>5</sub> waren damals von den Gegnern nicht zu überfliegen. Die Ursache für die Überlegenheit war der Umstand, daß der Motor mit einer Untersetzung der Luftschaube ausgerüstet war. Während der Motor selbst mit etwa 1450 minutlichen Umdrehungen lief, machte die Luftschaube nur 900.

Wegen der geringeren mechanischen Verluste durch Erzeugung von Luftwirbeln u. dgl. sowie deswegen, weil sie

infolge ihrer geringeren Drehzahl zur Aufnahme der Motorleistung größeren Durchmesser haben, haben langsam laufende Luftschrauben einen erheblich besseren Wirkungsgrad.\*) Beim Fliegen kommt es natürlich nicht darauf an, wieviel PS der

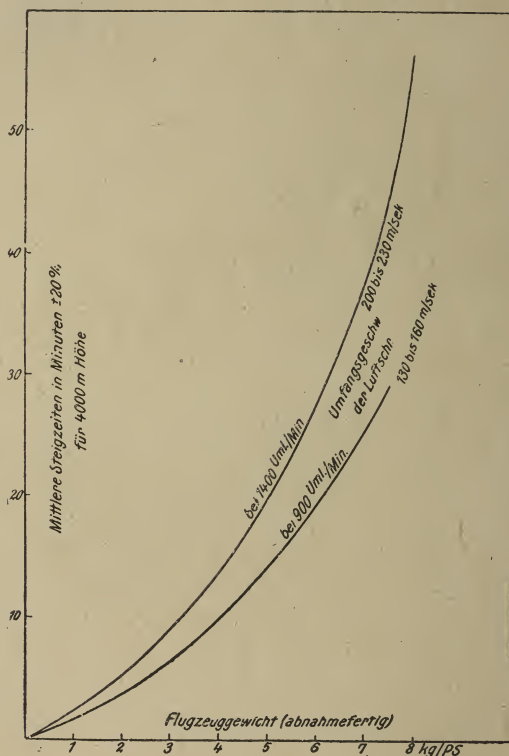


Fig. 50. Flugergebnisse mit und ohne Untersetzung der Luftschraube.

Motor entwickelt, sondern wieviel PS die von ihm getriebene Luftschraube in Schubarbeit verwandelt. Da etwa 30 v. H. der Motorleistung als Steigleistung eines Flugzeugs frei sind, so bedeutet jedes v. H. Gewinn an Wirkungsgrad etwa 3 v. H. Verbesserung der Steigleistung (vgl. Fig. 50).

\*) Theor. Begründung u. a. in „Borck“, Luftschrauben. Bd. 16 der Bibl. f. Luftschiffahrt u. Flugtechnik.

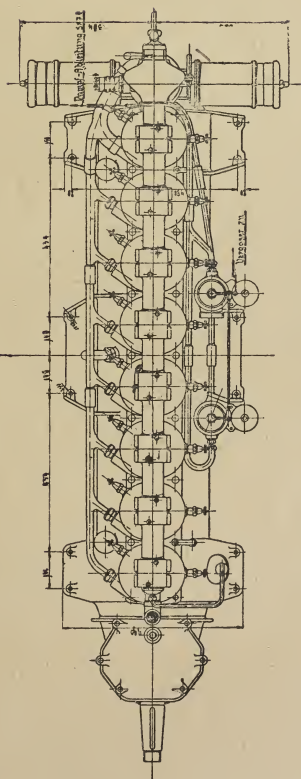
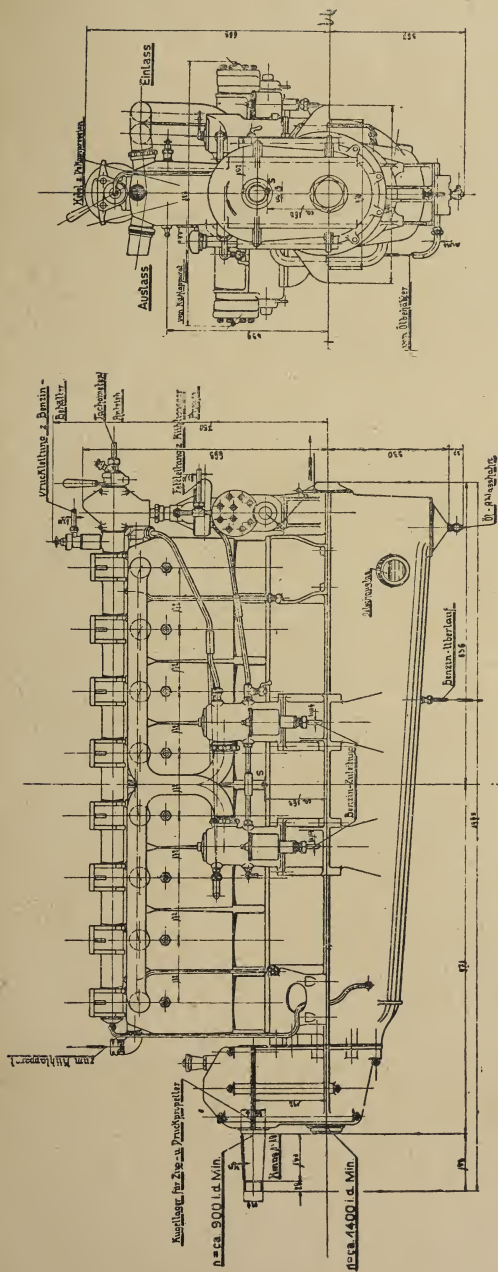


Fig. 51.

220 PS-Achtzylinder-Mercedes-Daimler.

Die mit nur 900 minutlichen Umdrehungen laufende Luftschaube des 220 PS-Mercedes hatte einen Durchmesser

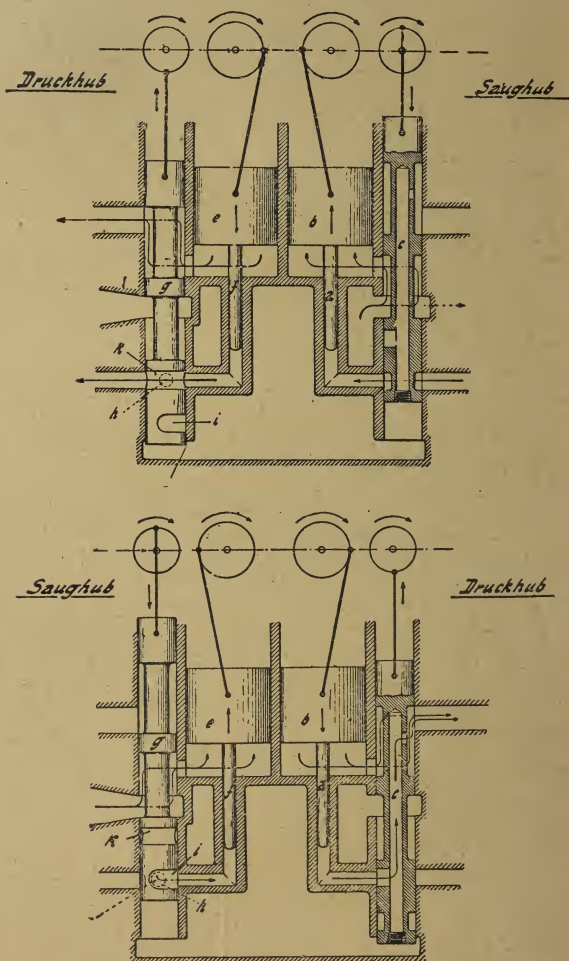


Fig. 52 u. 53. Ölpumpe des 220 PS-Mercedes.

von über 3 m, gegen 2,70 m der unmittelbar angetriebenen Schrauben. Ihr Wirkungsgrad war daher erheblich größer. Hierzu kommt der weitere Vorteil, daß der Motor noch







Etwas kürzer bei größerer Leistung kommt der 6 Zylinder-260 PS-Mercedes, den Fig. 54 bis 57 darstellen. Er hat

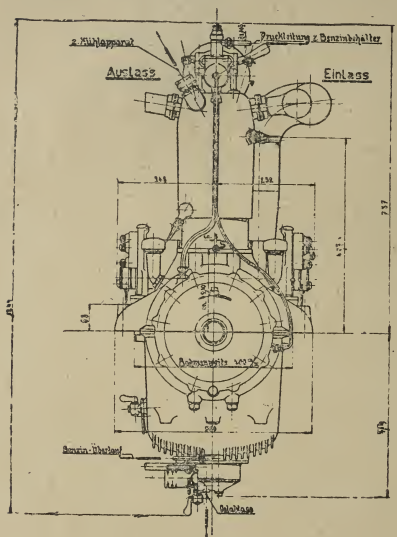


Fig. 55.

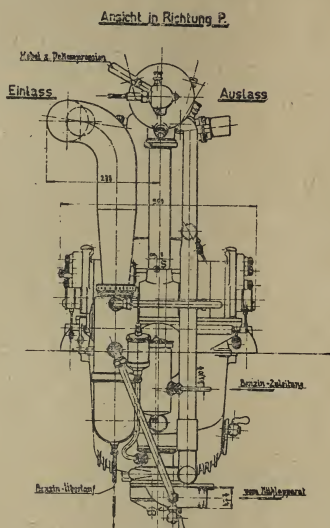


Fig. 56.

160 mm Bohrung und 180 mm Hub und wiegt 431 kg. Auffällig ist bei ihm die Verwendung nur eines Vergasers. Die

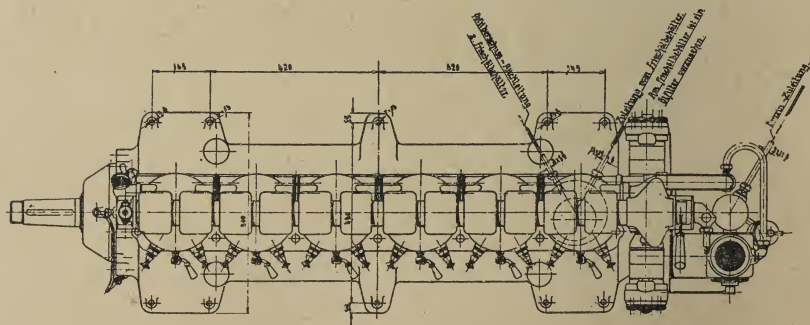


Fig. 57. 260 PS-Mercedes.

gleichmäßige Gasverteilung auf die einzelnen Zylinder ist bei ihm dadurch erreicht, daß das vom Vergaser kommende

Rohrstück das eigentliche Gasverteilungsrohr bis zur Mitte umschließt. Die Verbindung zwischen beiden vermitteln geeignet verteilte Löcher im Saugrohr.

### Flugmotoren von Benz & Co. in Mannheim.

Die Fig. 58—60 zeigen den 100 PS-Benz-Motor, der im Flugmotorenwettbewerb 1913 den Kaiserpreis erhalten hat.

Er ist ein vierzylindriger wassergekühlter Motor von 130 mm Bohrung und 180 mm Hub. Seine Leistung beträgt bei einer minütl. Umlaufzahl von 1250 bis 1300 rd. 100 PS. Die Umlaufzahl läßt sich ohne Schaden für den Motor bis auf rd. 1350—1380 in der Minute steigern, und die Leistung des Motors ist dann eine entsprechend höhere. Bei der siebenstündigen Dauerbremsung im Wettbewerb um den ersten Kaiserpreis 1912 war die Leistung des Motors durchschnittlich 103 PS bei 1290 minütl. Umläufen.

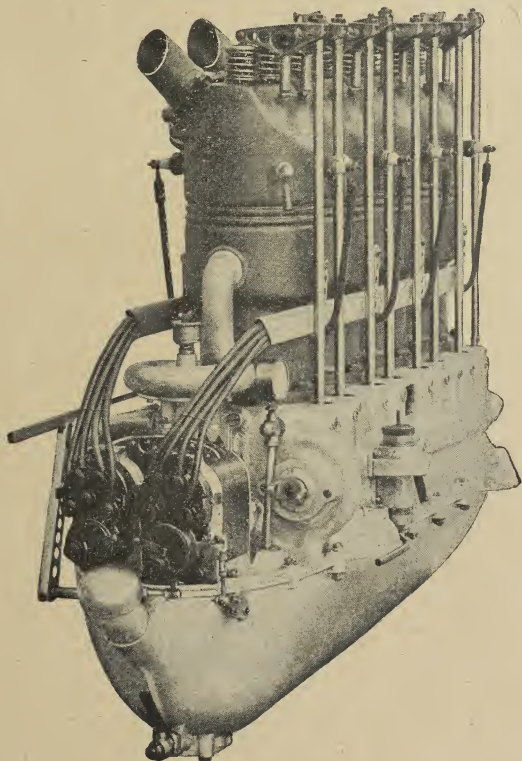


Fig. 58. 100 PS-Benz-Kaiserpreis motor. Ansicht der Ventilsteuerung.

Der größte Wert wurde bei der Konstruktion und Aus-

führung des Motors auf Betriebssicherheit gelegt. Alle Teile des Motors sind aus bestem Material hergestellt und mit peinlicher Sorgfalt gearbeitet. Wo es irgend angängig ist, sind empfindliche Teile des Motors, deren Versagen den

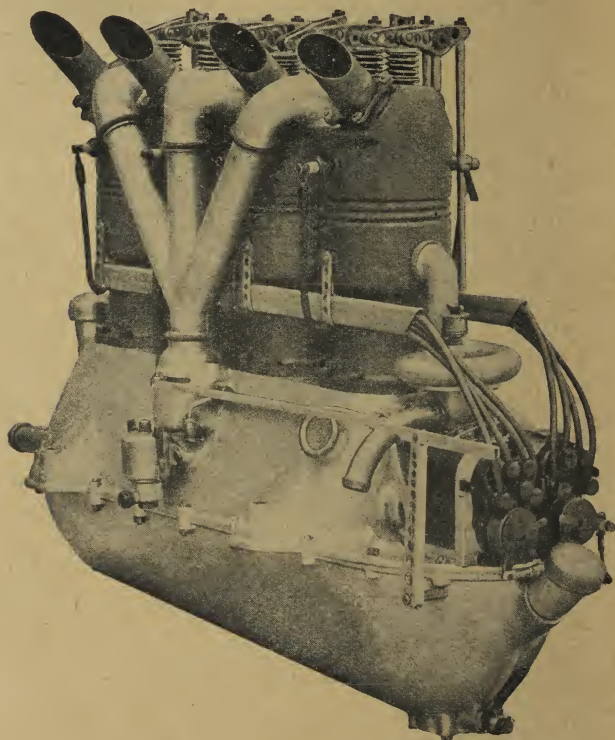


Fig. 59. 100 PS-Benz-Kaiserpreismotor. Vergaserseite.

Motor außer Betrieb setzen könnten, in doppelter Ausführung vorhanden.

Die Ventile des Motors sind in der Mitte des Zylinderkopfes nebeneinanderliegend hängend angeordnet und werden durch Kipphebel von der einseitig angeordneten Nockenwelle aus gesteuert, die ihren Antrieb von der fünffach gelagerten Kurbelwelle vermittelt innerhalb des Kurbel-



gehäuses liegender Stirnräder erhält. Durch Zwischenräder der Steuerübertragung werden gleichzeitig zwei Magnetapparate sowie die Wasserpumpe in Tätigkeit gesetzt. Abgesehen von den Ansaugrohren sind keinerlei äußere Rohrleitungen an diesem Motor zu bemerken. Selbst die mit senkrechter Welle auslaufende Wasserpumpe schließt sich nur mit einem kurzen Rohrkrümmern, der mit dem Pumpengehäuse aus einem Stück gegossen ist, an den hintersten Zylinder an. Das Kühlwasser läuft der Reihe nach durch die vier Zylinder, die zu diesem Zwecke an den einander zugekehrten Seiten mit je zwei übereinanderliegenden Öffnungen des Kühlwassermantels versehen und vermittelst stark eingepreßter Gummiringe gegeneinander abgedichtet sind.

Die zwei Magnetapparate mit getrennten Antriebrädern arbeiten unter übersichtlicher Kabelverlegung auf je zwei einander gegenüberliegende Zündkerzen in jedem Zylinder gleichzeitig. Da die beiden Kerzen zum

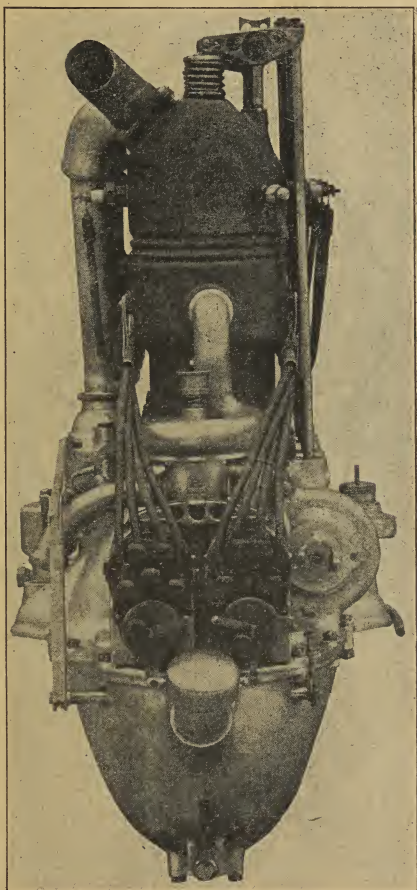


Fig. 60.

100 PS-Vierzylinder-Benz-Kaiserpreismotor.

Ansaug- und Auslaßventil symmetrisch liegen, sind beide Magnete auf die gleiche Vorzündung von etwa 15 mm eingestellt. Die Ölumlaufpumpe und die Frischölpumpe werden von zwei verschiedenen Stellen betätigt. Jede dieser beiden Pumpen drückt das Öl durch besondere Leitungen in die Hauptlager und von da aus durch die Kurbelwelle zu den Kurbelzapfen. Außerdem erhalten die letzteren noch das

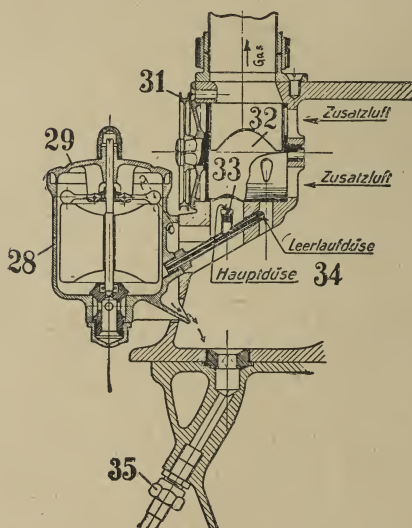


Fig. 61. Benz-Vergaser.

von den Hauptlagern abspritzende Öl unter Verwendung von Ölfangschalen. Jede dieser beiden Pumpen ist imstande, für längere Zeit dem Motor genügend Öl zuzuführen. Um den so gefürchteten Bruch einer Ventilsfeder belanglos zu machen, wurde bei der älteren Bauart jedes Ventil von zwei um die gleiche Achse angeordneten Federn auf seinen Sitz gedrückt.

Die Zylinder des Motors sind unter Verzicht auf noch größere Leichtig-

keit nicht aus Stahl, sondern aus einem hervorragenden Grauguß hergestellt, da Gußeisen weniger zum Verziehen neigt als Stahl und nicht so leicht Anlaß zum Fressen der Kolben gibt. Die Kühlwassermäntel der Zylinder bestehen aus autogen geschweißtem Stahlblech.

Besonderer Wert wurde auch auf die Erzielung eines geringen Benzinverbrauches gelegt. Dieser war auch bei den Prüfungen im Kaiserpreiswettbewerb überraschend gering; es wurde bei der Dauerbremsung ein Benzinverbrauch von weniger als 210 g für die PS/St. festgestellt. Dieses Ergebnis ist teils auf die für alle Zylinder gleichmäßig günstige



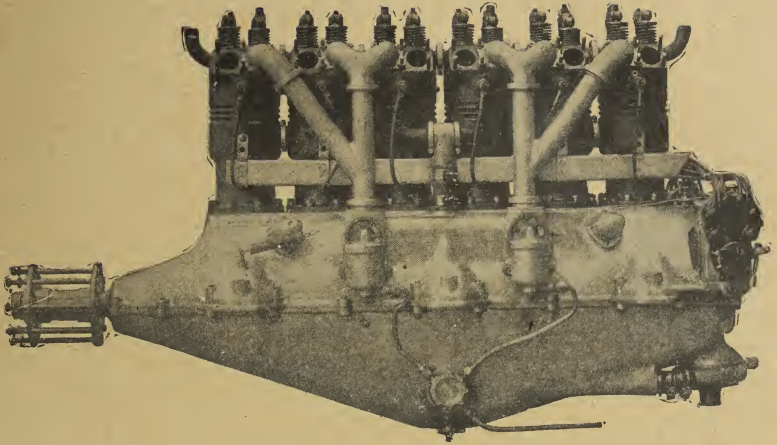


Fig. 62. 150 PS-Sechszylinder-Benz-Motor. Vergaserseite.

Gasverteilung, besonders aber auf die eigenartige Vergaserkonstruktion zurückzuführen. Der Vergaser ist nämlich derart in das Kurbelgehäuse miteingezogen, daß er ihm die den Lagern und der Schmierung schädliche und überflüssige Wärme entzieht und sie zu einer vollkommenen Ver-

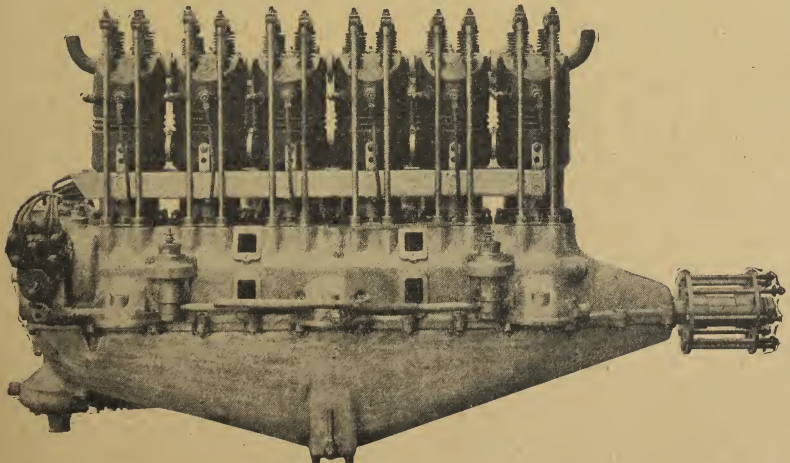


Fig. 63. 150 PS-Sechszylinder-Benz-Motor. Ventilseite.

gasung des Benzins benutzt. Außerdem steht er in Verbindung mit dem Kühlwassermantel eines der Zylinder bzw. mit der Zentrifugalpumpe und wird durch Warmwasserheizung gegen das Vereisen geschützt. Von der Stelle ab, an der die Vergasung beendet ist, wird dem Gase keine weitere Wärme mehr zugeführt.

Fig. 61 zeigt den Benz-Vergaser im Schnitt. Er sitzt bis auf das Schwimmerhaus ganz im Motorgehäuse. Bei den

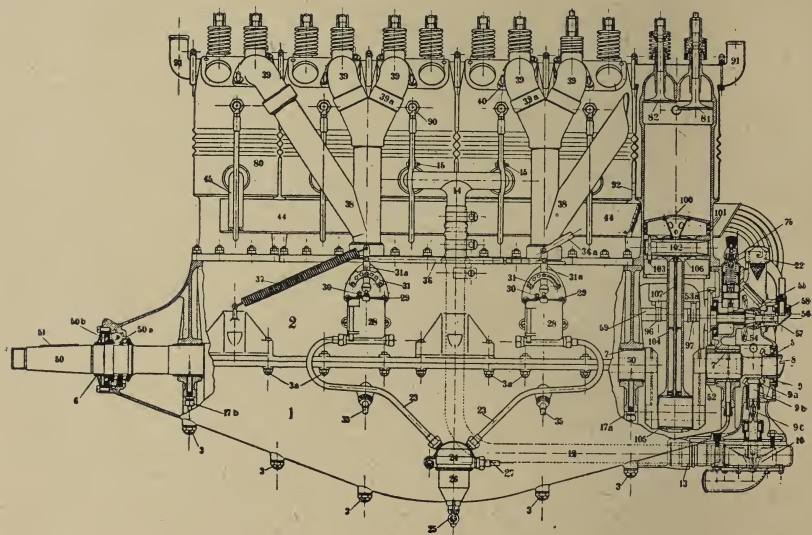


Fig. 64. Sechszylinder-Benz-Flugmotor (Längsschnitt).

schwächeren Motoren hat er daher auch keine besondere Wasserheizung wie der Mercedes-Vergaser, dessen doppelte Wandung Fig. 34 erkennen läßt. Auch beim Benz-Vergaser schaltet die Drossel Haupt- und Lehlaufdüse um. Beim Leerlauf strömt die Luft nur durch die in der Drossel sichtbare längliche Öffnung. Während aber Mercedes getrennte Düsen verwendet, bilden bei Benz beide Düsen ein einziges Stück. Auch fehlt für die Zusatzluft bei Vollauf ein besonderes Ventil. Die Nebenluft wird vielmehr durch Öffnungen des Drosselschiebers gesteuert.

Durch statische und dynamische Auswuchtung sämtlicher bewegter Teile sind die Schwingungen auf ein Mindestmaß gebracht.

Das Gewicht des Motors einschließlich aller an ihm befindlichen Rohrleitungen, zweier Magnetapparate und zweier Kerzensätze mit den dazu gehörigen Kabelleitungen beträgt rd. 135 kg.

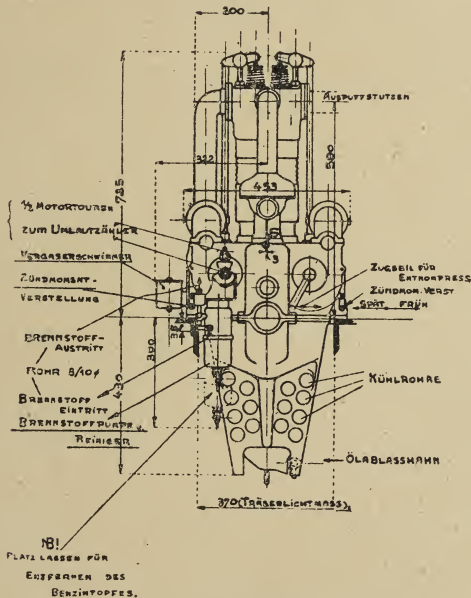


Fig. 65. Sechszylinder-Benz.

Der Sechszylinder-Benz-Flugmotor wird durch die Fig. 62, 63 und 64 veranschaulicht.

Man erkennt u. a. die eigenartige Abstützung des Kolbenbodens gegen den Kolbenbolzen.

Die Mischung des Frischöls mit dem Umlauföl erfolgt nicht in den Lagern der Kurbelwelle, sondern im Motorgehäuse, wie bei Mercedes. Auch sind bei den neueren Benz-Motoren Umlauf- und Frischölpumpe an derselben Stelle des Motors angeordnet.





einer Anzahl von Röhren im Unterteil des Motorgehäuses, die dieses und das darin befindliche Schmieröl durch den durchstreichenden Luftstrom abkühlen.

In Fig. 71 ist die Brennstoffpumpe des Benz-Motors dargestellt. *a* ist der Ringraum der Pumpe, *b* der Glyzerin-füllhahn, *c* das Saugventil, *d* das Druckventil, *e* ein Schauloch

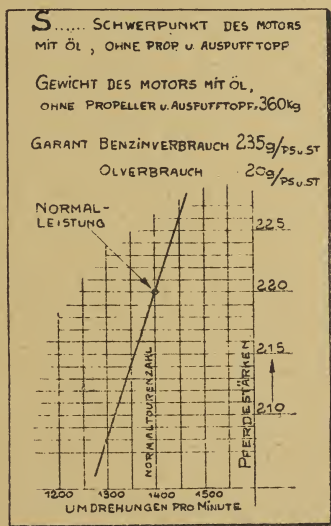


Fig. 68. 200 PS-Benz-Leistungskurve.

für den Antrieb, *b* der Benzinseier und *R* 80 der Tachometer-anschluß.

Der Pumpenkolben kommt also nur mit Glyzerin in Be-rührung, das sich mit Benzin nicht mischt und als Hilfs-kolben wirkt.

Die Ölung des 200 PS-Benz-Motors erfolgt durch eine dreifache Zahnradpumpe, deren Schema Fig. 72 und deren Konstruktion Fig. 73 zeigen.

Die untere Pumpe 1 saugt das Gehäuseöl und drückt es mit mindestens 0,7 Atm. den Kurbellagern zu, von wo es

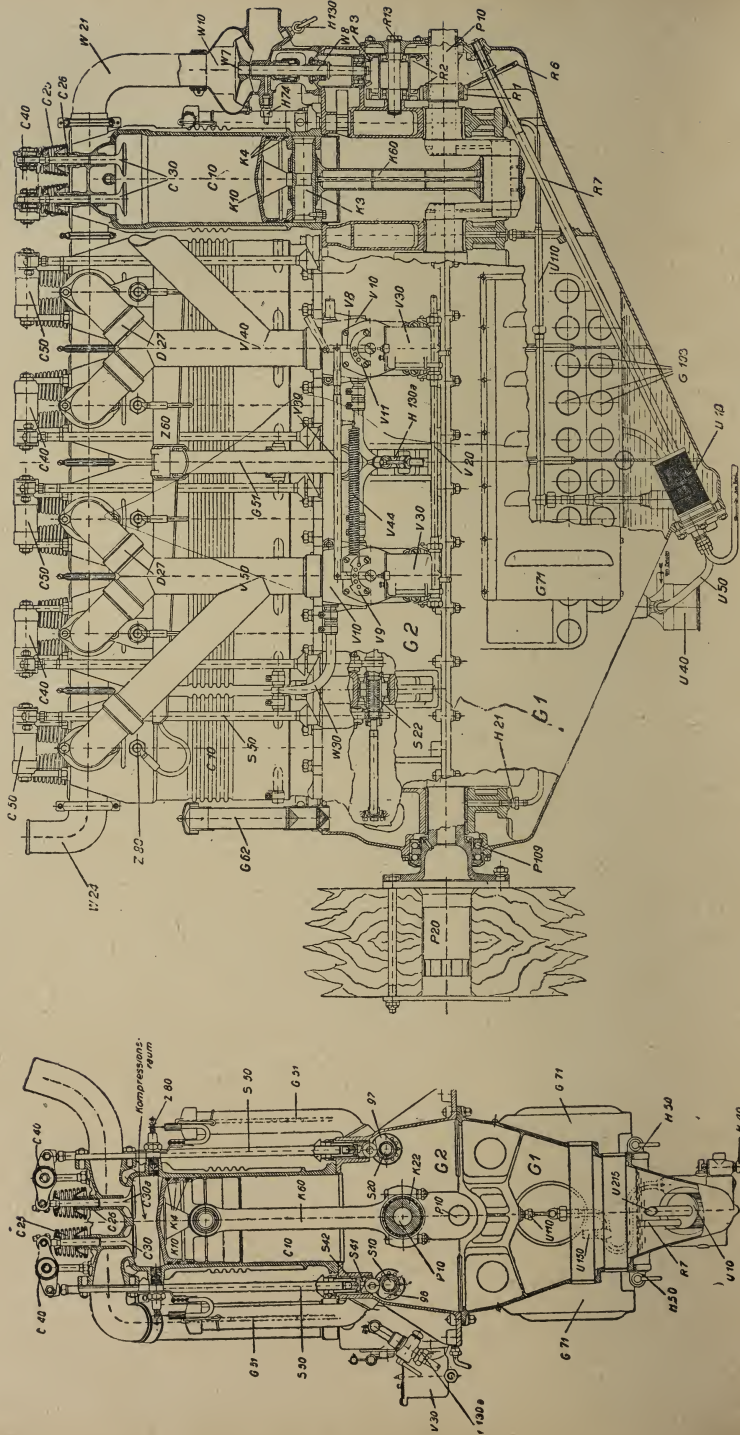


Fig 69 u. 70. 200 PS-Benz (Schnittzeichnung).

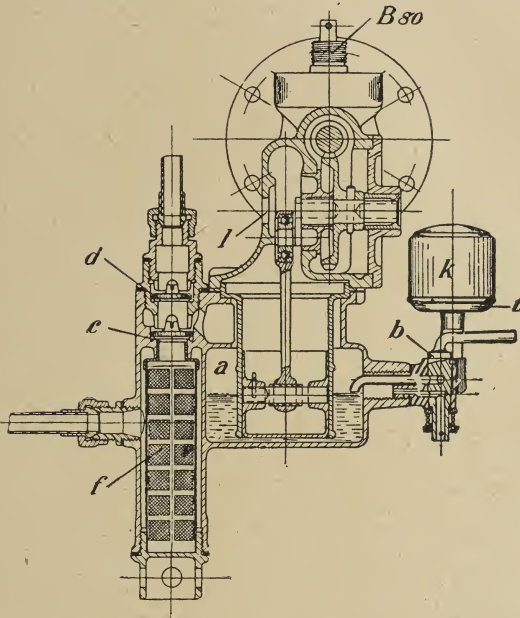


Fig. 71 Brennstoffpumpe des 200 PS-Benzmotors.

durch die hohle Kurbelwelle zu den Pleuellagern und schließlich den Kolbenbolzen gelangt.

Die mittlere, kleinste Pumpe 2 saugt Öl aus dem Behälter *F*, und zwar mehr, als der Motor im ungünstigsten Falle verbrauchen kann. Den etwaigen Ölüberschuß, sonst

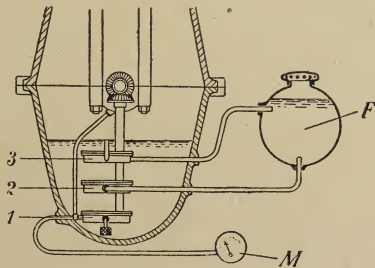


Fig. 72. Schema der Schmierung.





einschl. Wasser und Öl, also 1,25 kg/PS. Fig. 77 a zeigt die Leistungsfähigkeit dieses Motors.

Zuerst machte das Getriebe Schwierigkeiten, so daß der Motor die Luftschraube unmittelbar antrieb. In diesem Falle konnte er aber nicht mit seiner vollen Leistung ausgenutzt werden, da der Wirkungsgrad der Luftschraube von 200 PS bei 1800 Umläufen zu schlecht ist.

Das Getriebe, das sich nachher bewährte, zeigt Fig. 78.

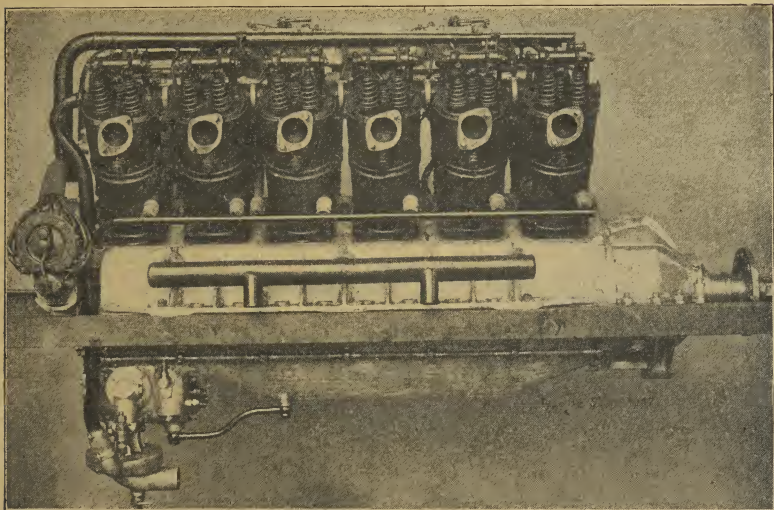


Fig. 74. 300 PS-Benz-Motor Bauart 5 b.

Um die Zahndrücke klein zu halten, treibt die Kurbelwelle je 3 Stirnräder, auf deren Achse je ein kleineres sitzt, das ein zur Kurbelwelle gleichachsiges größeres treibt. Auf diesem sitzt die Luftschraube, die 1200 Umläufe bei 1800 des Motors macht. Das Getriebe wird zu Unrecht häufig als Umlaufgetriebe bezeichnet.

Fig. 79 zeigt die Leistungskurve des bemerkenswerten Motors.

Die Zwölfzylinder-Motoren sind zu 300 und 500 PS ge-

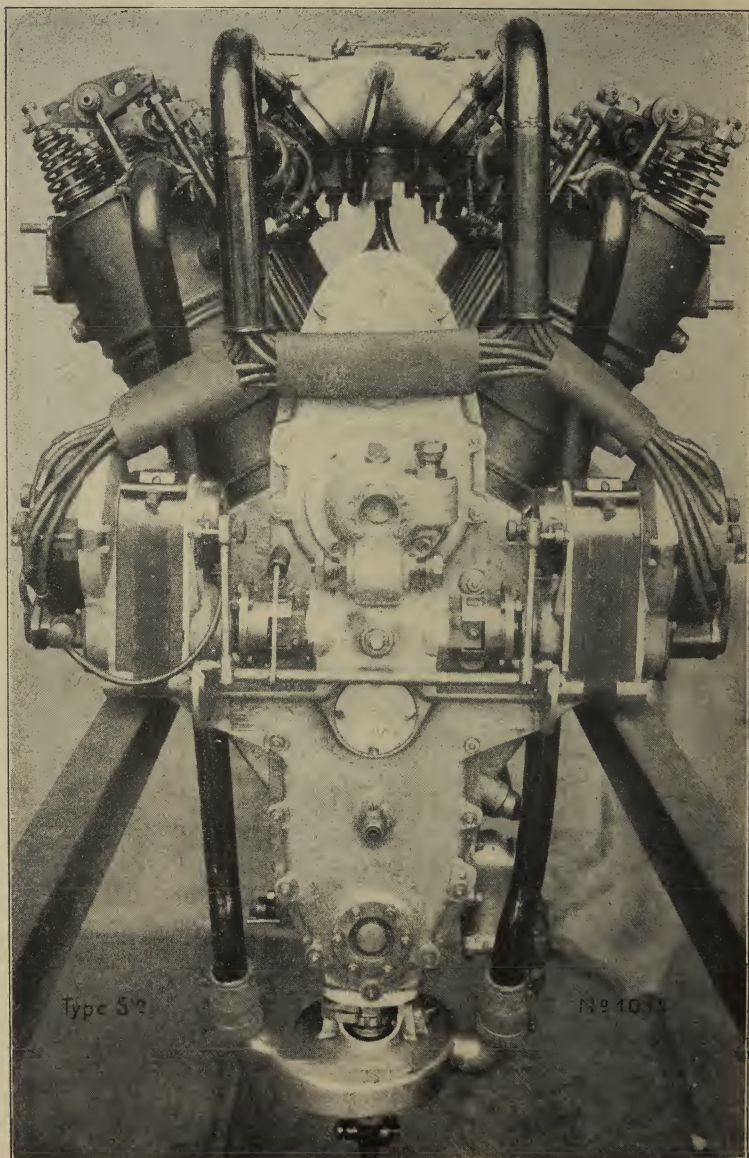


Fig. 75. 300 PS-Benz-Motor Bauart 5 b.

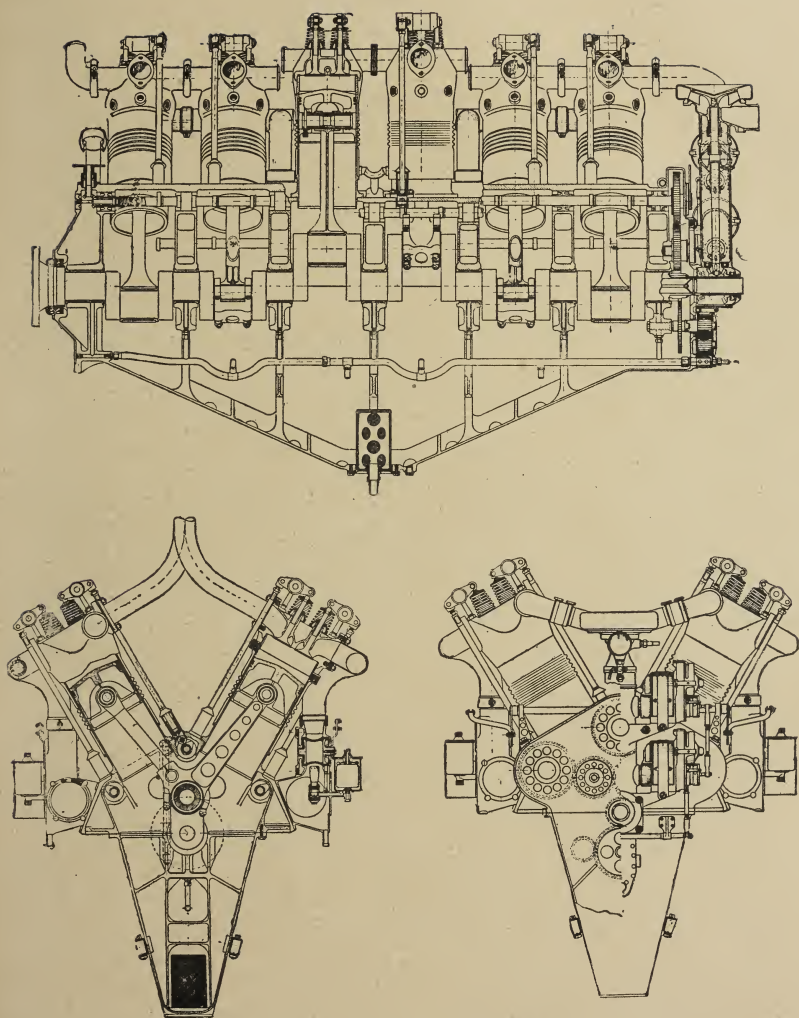


Fig. 76. 500 PS-Benz-Motor Bauart 5 b. Schnitt.



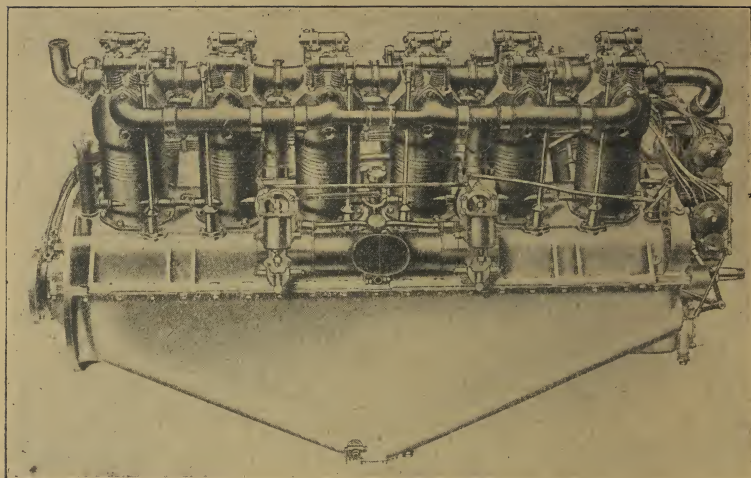


Fig. 77. 500 PS-Benz-Motor Bauart 5 b.

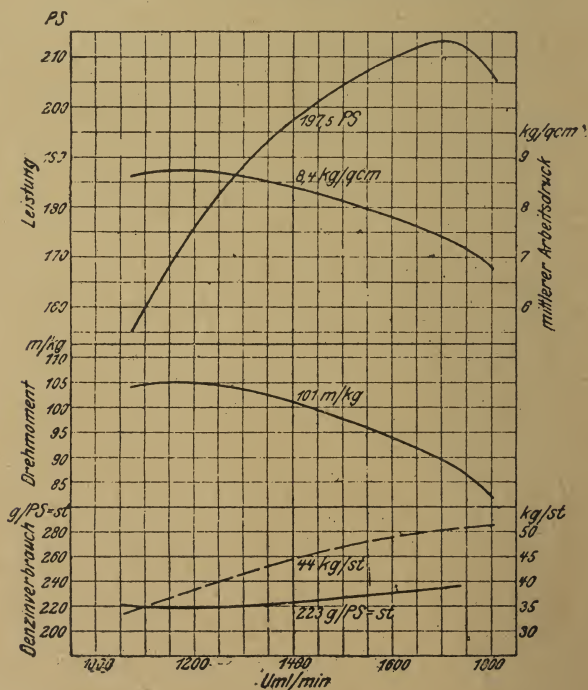


Fig. 77 a. Leistungskurve des Sechszylinder-Benz von 185 PS-Nennleistung.



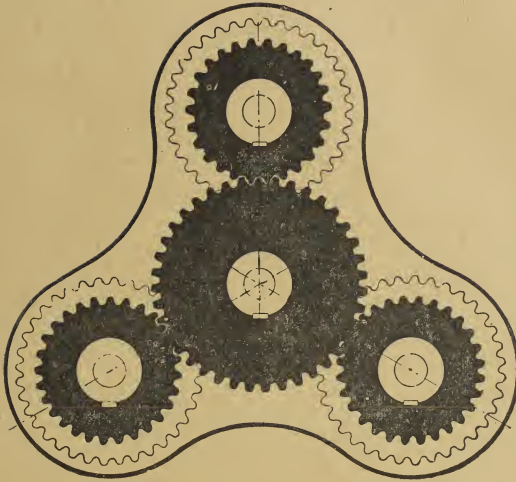


Fig. 78. Getriebe des Benz-Schnellläufers.

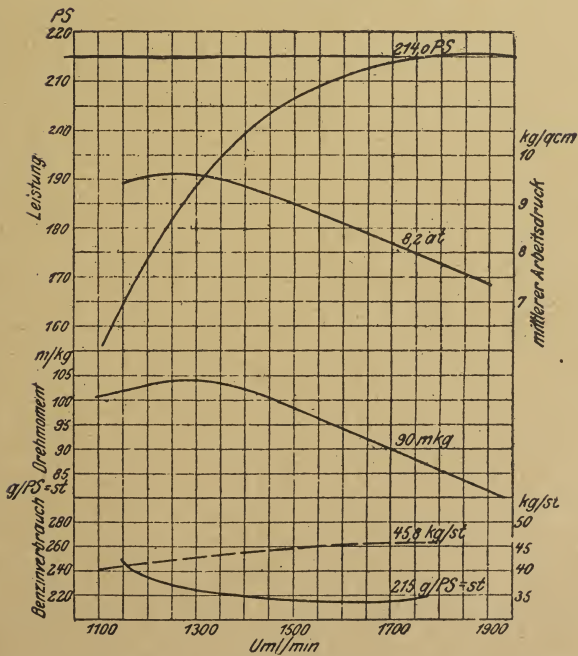


Fig. 79. Leistungskurve des 195 PS-Achtzylinder-V-Schnellläufers-Benz.

Motorbezeichnung	Bz 3 a V	Bz 3 b V	Bz 4	Bz 5 b	Bz 5	Bz 6	Bz 6 V
Nennleistung . . . . .	185	195	200	300	300	500	500
Anzahl der Zylinder . . . . .	6	8	6	12	12	12	12
Borung . . . . .	140	135	145	135	145	145	155
Hub . . . . .	190	135	190	150	170	200	200
Anordnung der Zylinder . . . . .	Einreihig	Zweireihig 90° Gabelung	Einreihig	Zweireihig 60° Gabelung	Zweireihig 60° Gabelung	Zweireihig 60° Gabelung	Zweireihig 60° Gabelung
Normale Leistung auf der Erde . .	195	200	225	300	320	500	575
Normale Leistung gleichbleibend bis Höhe . . . . .	2300	2800	1800	2600	3000	1800	1800
Normale Drehzahl der Kurbelwelle auf der Erde . . . . .	1400	1800	1400	1800	1500	1400	1500
Spitzenleistung auf der Erde (der Motor darf mit dieser Leistung nur ausnahmsweise und nur während weniger Minuten laufen)	250	275	275	400	450	625	675
Drehzahl der Kurbelwelle bei Abgabe der Spitzenleistung auf der Erde .	1500	2000	1500	2000	1700	1600	1600
Mit oder ohne Antrieb einer Funken- oder Lichtdynamo . . . . .	mit 215	mit 220	mit 225	mit 225	mit 225	mit 225	mit 225
Brennstoffverbrauch für PS-Stunde	12	15	12	12	12	15	15
Ölverbrauch für PS-Stunde . . . .	430	430	430	430	430	430	430
Ins Kühlwasser abzuführende Wärmemenge für PS-Stunde . kg/WE	ohne	mit 29/19 Getriebe unmittelbar am Motor	ohne	mit 29/19 Getriebe unmittelbar am Motor	mit 29/17 Getriebe unmittelbar am Motor	ohne	ohne
Mit oder ohne Untersetzungsgetriebe	—	—	—	—	—	—	—
Untersetzungsverhältnis d. Getriebes	1400	1180	1400	1180	985	—	—
Normale Drehzahl der Luftschraube	275	310	370	450	480	675	695
Gewicht des Motors (ohne Luftschrauben- nabe, Dynamo, Auspufftopf, Öl und Wasser	10	10	13	16	18	33	35
Wasserinhalt des Motors . . . . .	0	0	3	0	0	16	16
Ölinhalt des Motors . . . . .	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg

baut worden, Fig. 74 und 75 zeigen den 300 PS-Motor. Die Steuerstangen liegen alle zwischen den Zylindern, während sie beim 500 PS-Motor auch außen liegen.

Fig. 77 zeigt den 500 PS-Motor in Ansicht und Fig. 76 im Schnitt.

Die nebenstehende Übersicht gibt die Hauptwerte der Benzflugmotoren:

### **Argus-Motoren-Gesellschaft.**

Die Argus-Motoren sind mit der Entstehung und dem Aufblühen der deutschen Flugzeugindustrie eng verbunden. Die ersten wirklich fliegenden deutschen Flugzeuge waren mit wenigen Ausnahmen mit Argus-Motoren ausgerüstet.

Die Fig. 80 u. 81 zeigen den 115 PS-Sechszylinder-Argus-Flugmotor. Er hat 130 mm Zylinderbohrung und 130 mm Hub. Bei 1400 minütl. Umdrehungen leistet er etwa 115 PS; sein Gewicht einschließlich sämtlicher Zubehörteile beträgt rd. 200 kg.

Die Zylinder sind stehend in Reihe angeordnet und paarweise zusammengegossen. Als Material ist eine geeignete Eisenlegierung verwendet. Jeder Zylinder besitzt ein Einlaß- und ein Auslaßventil, die hängend im Zylinderkopf über dem Kolben angeordnet sind. Die Steuerung der Ventile erfolgt von einer seitlich im Kurbelgehäuse in Kugellagern laufenden Steuerwelle vermittelt Stoßstangen und doppelarmiger Schwinghebel. Der Antrieb der Steuerwelle wird durch Stirnräder bewirkt.

Die aus einem Spezialgrauguß gefertigten Kolben sind sehr leicht gehalten, um ein geringes Gewicht der hin und her bewegten Massen zu erzielen. Die Abdichtung erfolgt durch zwei selbstspannende Kolbenringe. Die Pleuelstangen mit I-Querschnitt sind aus hochwertigem Chromnickelstahl gepreßt. Die zweiteiligen Kurbelzapfenschalen sind aus Messing gedreht und mit Weißmetall ausgegossen.

Die gleichfalls aus vollem, hochwertigem Chromnickelstahl ausgearbeitete Kurbelwelle, die in ihren Zapfen durch

Bohrung erleichtert ist, läuft in vier Wellenlagern, von denen die zwei Mittellager als Gleit- und die beiden Endlager als Kugellager ausgebildet sind. Das eine Ende der Kurbelwelle bildet einen Konus zum Aufsetzen der Propeller-nabe, das andere ist als Konuszapfen mit Mitnehmerstift zum Andrehen mit Handkurbel ausgeführt.

Zwecks Aufnahme des achsrechten Luftschrauben-

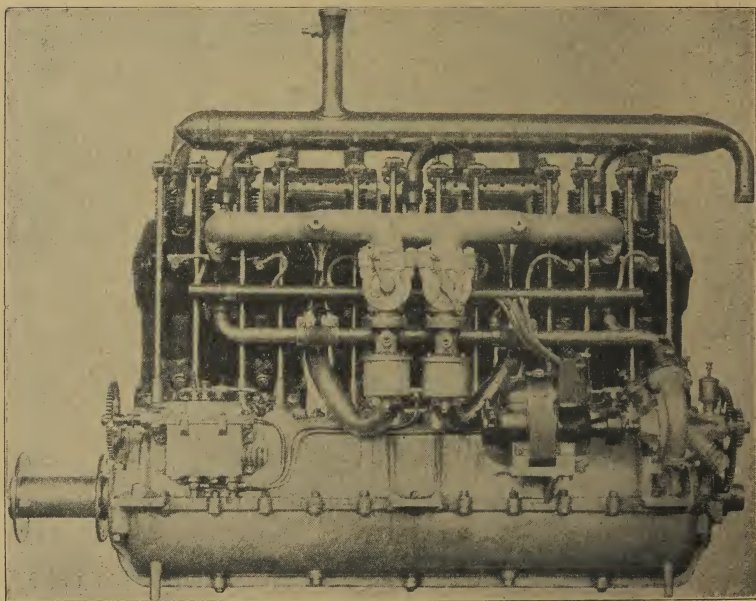


Fig. 80. 115 PS-Sechszylinder-Argusmotor. Vergaserseite.

druckes oder -zuges sind die Kurbellager zugleich als Druck-lager ausgebildet.

Das aus Aluminium gegossene Kurbelgehäuse ist in der Wagerechten in zwei Hälften geteilt und durch zwei senkrechte Zwischenwände in drei Kammern getrennt, aus denen die Entlüftungsröhren gehen. Die Aufhängung des Motors erfolgt durch sechs kräftige, am Gehäuseoberteil angegossene Tragarme, und eine parallel zur Kurbelwelle verlaufende



Ausbuchtung des Gehäuses dient zur Aufnahme der Steuerwelle.

Das aus Aluminium gegossene Einlaßrohr verbindet die drei Einlaßkanäle der Zylinderpaare und verzweigt sich in zwei Kanäle, an denen sich weiter zwei Drosselgehäuse anschließen. Die in den Gehäusen befindlichen Drehschieber sind an ihren durchgehenden Zapfen mit den Stellhebeln

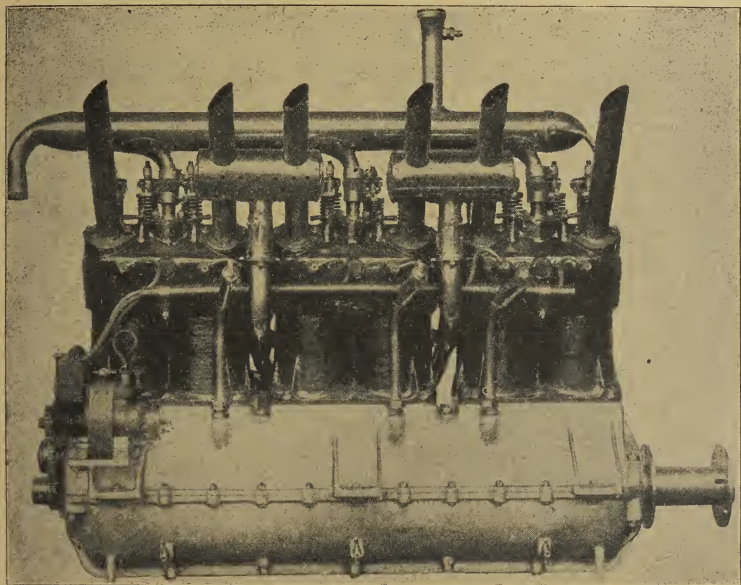


Fig. 81. 115 PS-Sechszylinder-Argusmotor. Auspuffseite.

verbunden. In jedem Drosselgehäuse ist ein selbsttätiger Zusatzluftregler eingeschraubt und in diesen die eigentlichen zwei getrennten G.-A.-Vergaser, die sparsam und zuverlässig arbeiten.

Das Benzinluftgemisch wird durch zwei getrennt angetriebene Hochspannungszündapparate entzündet. Die Apparate sind schnell abnehmbar. Der Antrieb des auf der Auslaßseite befindlichen Magnets erfolgt durch ein mit

dem Kurbelrad im Eingriff stehendes Zwischenrad. Der auf der Einlaßseite befindliche Magnet ist mit der Kühlwasserpumpe durch eine elastische Kupplung verbunden.

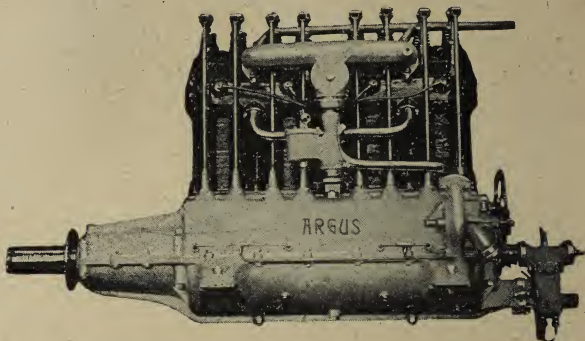


Fig. 82. 100 PS-Argus-Motor. Einlaßseite.

Die Zentrifugalpumpe für das Kühlwasser wird von dem Steuerwellenstirnrad angetrieben, dieses wiederum von dem Kurbelwellenstirnrad. Die Schmierung ist als Frischölung

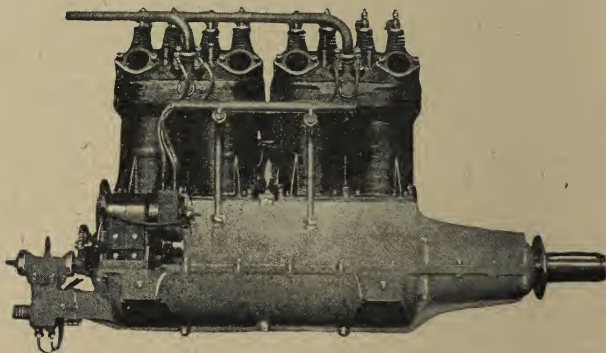


Fig. 83. 100 PS-Argus-Motor. Auslaßseite.

durchgebildet, die durch ein Kolbendruckpumpwerk bewirkt wird.

Der seinerzeit beliebte, natürlich als Vierzylinder nicht so erschütterungsfrei laufende 100 PS-Argus-Motor ist in den Fig. 82 u. 83 dargestellt. Die Bauart und Anordnung der

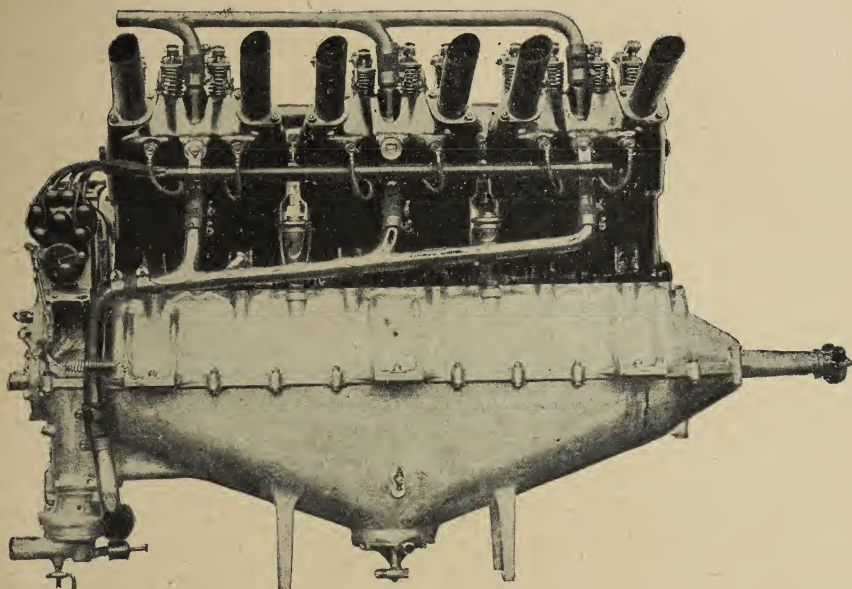


Fig. 84. 150 PS-Sechszylinder-Argus-Flugmotor. Auslaßseite.

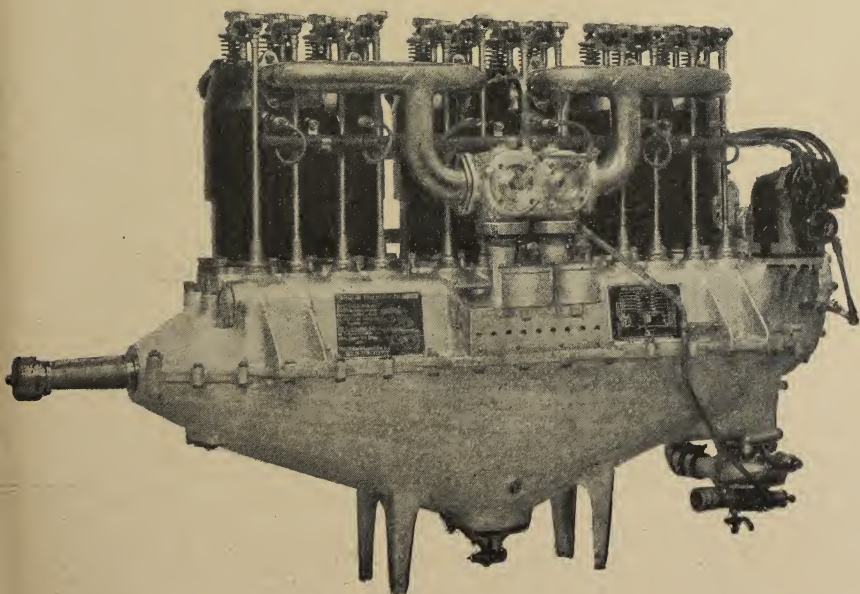


Fig. 85. 150 PS-Sechszylinder-Argus-Flugmotor. Vergaserseite.



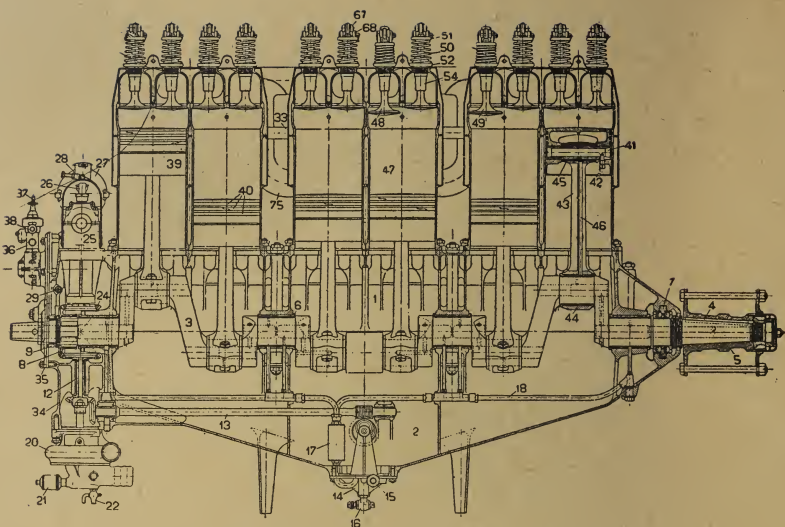


Fig. 86. Sechszylinder-Argus-Flugmotor. Längsschnitt.

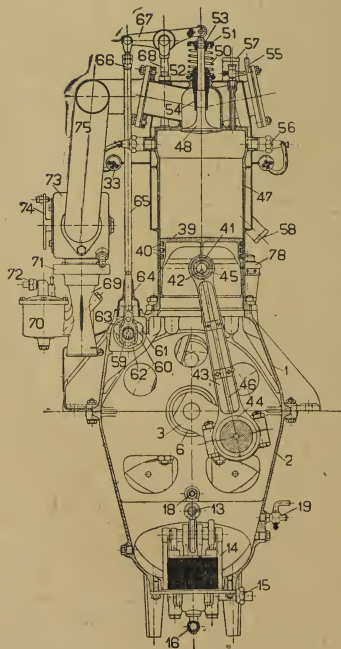


Fig. 87. Sechszylinder-Argus-Flugmotor. Magnetseite.

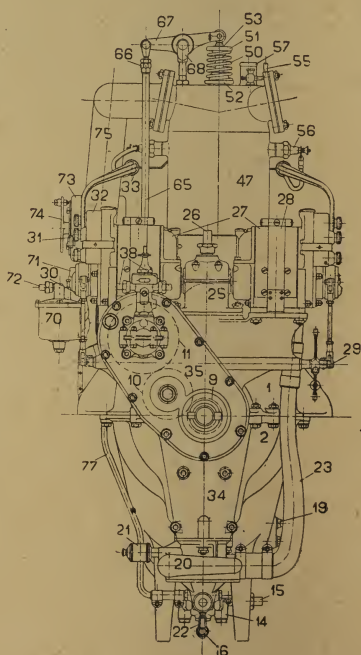


Fig. 88. Sechszylinder-Argus-Flugmotor. Stirnseite.



einzelnen Teile ist die gleiche wie beim vorstehend beschriebenen Sechszylinder-Argus. Auch der 70 PS-Motor ist von derselben Bauart.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Vierzylinder-Argus-Motoren:

Leistung . . . . . PS	70	100	140
Zylinderabmessungen (Bohrung u. Hub) . . . . . mm	124 × 130	140 × 140	155 × 165
Gewicht einschl. Magnet, Wasserpumpe, Zündkerzen, Vergaser . . . . . kg	120	140	190
Umlaufzahl . . . . .	1250	1250	1250
Zug- bzw. Druckkraft der Luftschraube . . . . . kg	215—225	270—310	420
Preis . . . . . M.	6000	7500	10 000
Kühler:			
Gewicht, leer . . . . . kg	—	12	14
Wasserinhalt . . . . . rd. l	—	9	10
Preis . . . . . M.	—	520	600
Luftschraube . . . . . M.	285	350	400

Die neueren Argus-Motoren sind in vielen Punkten den Mercedes-Motoren ähnlich gebaut. Im wesentlichen unterscheiden sie sich von diesen dadurch, daß sie die Steuerung der Ventile durch die im Motorgehäuse befindliche Nockenwelle beibehalten haben. Die Zylinder sind aus Stahl gedreht und mit autogen geschweißten Blechkühlmänteln versehen.

Die Vergaser sind G.-A.- oder Zenithvergasers. Fig. 84 und 85 zeigen den neueren 150 PS-Argus-Motor in Ansicht und Fig. 86 bis 88 im Schnitt.

### N.-A.-G.-Flugmotoren.

Die Nationale Automobil-Gesellschaft (N.-A.-G.) baute drei Arten von Flugmotoren, die sich aus dem Wright-Motor entwickelt haben und auch noch einige Eigenheiten dieses ersten wirklichen Flugmotors aufwiesen: die Gehäuseform, die Aushebung der Auslaßventile u. dgl.

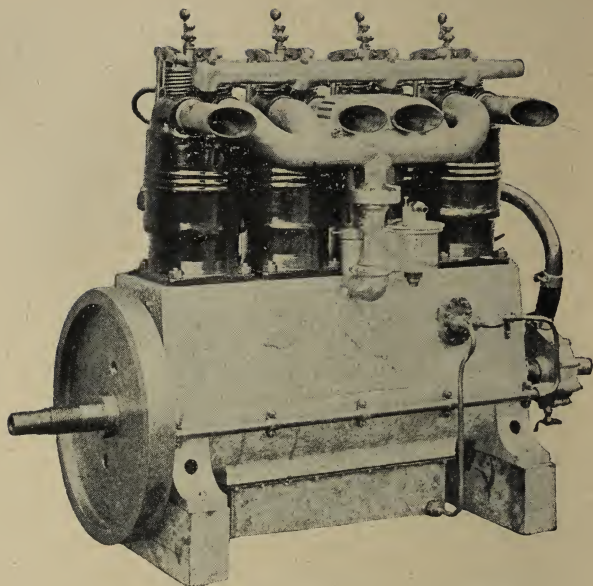


Fig. 89. 50 PS-N.-A.-G.-Motor. Auslaßseite.

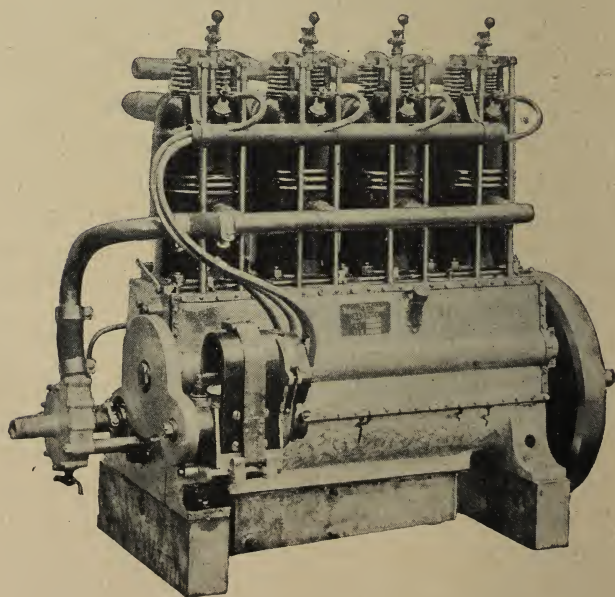


Fig. 90. 50 PS-N.-A.-G.-Motor. Magnetseite.

Die Typen F2 (Fig. 89 u. 90) und F3 (Fig. 91) besitzen vier und der Typ F4 (Fig. 92 u. 93) sechs einzelstehende Zylinder, deren aus Grauguß hergestellter Laufmantel innen und außen bearbeitet wird, wodurch überall genau die gleiche Wandstärke vorhanden ist und ein Verziehen der Zylinder und Festbrennen der Kolben vermieden werden soll. Die

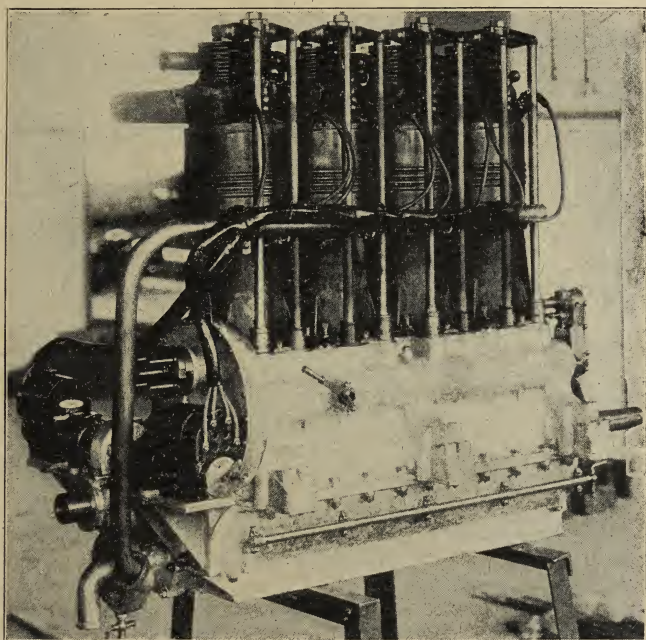


Fig. 91. 100 PS-Vierzylinder-N.-A.-G.-Motor.

Ein- und Auslaßventile sind in dem wassergekühlten Zylinderboden angeordnet und werden vermittelst Schwinghebel und Stoßstangen von einer seitlich im Kurbelgehäuse gelagerten Nockenwelle betätigt. An den Zylinderkopf schließt sich ein Kupfermantel an, der mit dem Zylinderlaufmantel den Raum für das Kühlwasser bildet.

Das Kurbelgehäuse ist aus Aluminium gegossen. Die Bauart F2 besitzt vier, der Typ F3 sechs und der Typ F4



acht kurze Arme für die Aufhängung. Unter dem Kurbelgehäuse befindet sich das Ölgefäß, zu dem das von der Kurbelwelle usw. abspritzende Öl hinfließt, um nach Durchlaufen eines Siebes wieder in den Kreislauf übergeführt zu werden.

Die Kurbelwelle ist in ihrem Gehäuse beim 4-Zylinder fünf-, beim 6-Zylinder siebenmal gelagert. Das Haupt-

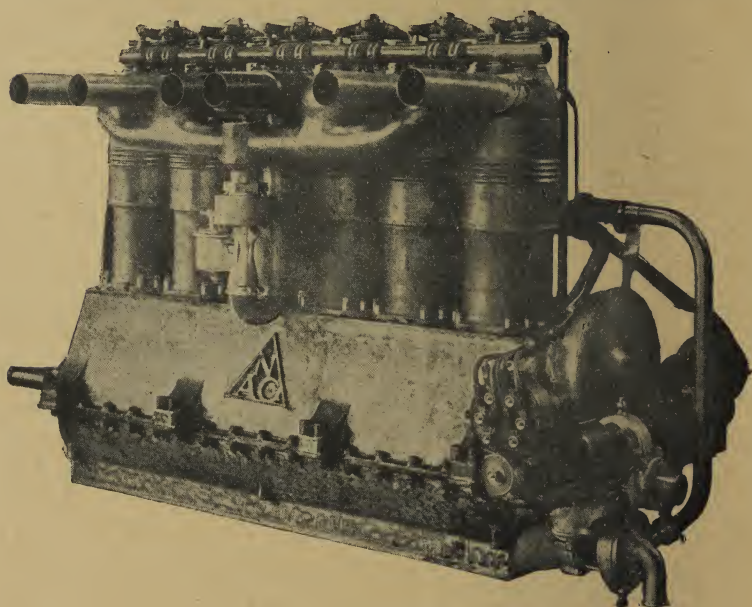


Fig. 92. 150 PS-Sechszylinder-N.-A.-G.-Motor. Auslaßseite.

lager ist an der Antriebsseite besonders lang ausgebildet. Ein hier im Kurbelgehäuse eingebautes starkes Druckkugellager dient zur Aufnahme des Luftschrauben-Achsschubs.

Die Schmierung der Lager ist in der Weise durchgebildet, daß das Öl, das von einer im Gehäuse eingebauten Pumpe in ein seitlich außerhalb am Motor angeordnetes Rohr befördert wird, von hier aus durch Bohrungen zu den einzelnen Kurbelwellenlagern gelangt. Sodann wird es in die mit Ölfangringen ausgestatteten Kurbelwellenarme ge-



leitet, von wo es wieder durch innere Bohrungen zu den Pleuellagern gelangt.

Die Antriebsräder für die Steuerwelle und die Magnetapparate, sowie für die Öl- und Wasserpumpe befinden sich an der Andrehseite des Motors. Hier kann auf Wunsch auch ein Verteiler für Akkumulatorenzündung angebracht werden. Seitlich am Kurbelgehäuse ist ein Hebel

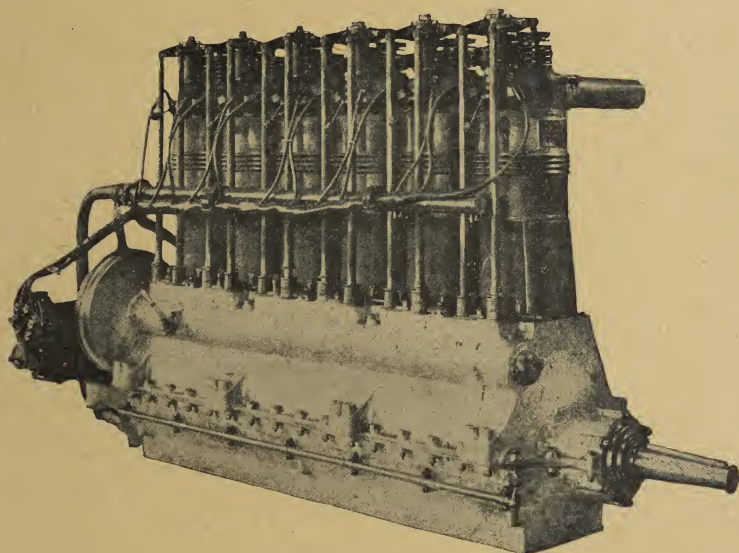


Fig. 93. 150 PS-Sechszylinder-N.-A.-G.-Motor. Ventilseite.

angeordnet, der zur Verschiebung der Nockenwelle dient. Hierdurch wird die Verdichtung im Zylinder vermindert und ein leichtes Andrehen des Motors ermöglicht. Durch einen zweiten Hebel derselben Seite können alle Auslassventile offengehalten werden, so daß sich der Motor sicher und in kürzester Zeit anhalten läßt. Alle Zahnräder, Nockenwelle, Hebelmechanismen usw. sind staub- und öldicht eingekapselt. Jeder Zylinder besitzt einen kurzen Auspuffstutzen.

N. A. - G. - Flugmaschinenmotor Bauart F2 (Fig. 89 u. 90). Der Typ F2 leistet rund 55 PS bei 1600 Umdrehungen

in der Minute. — Das Gewicht des betriebsfertigen Motors, jedoch ohne Öl, Wasser und Schwungrad, beträgt rund 100 kg, also rund 1,75 kg/PS.

N. A.-G.-Flugmaschinenmotor Typ F3 (Fig. 91). Der Typ F3 leistet rund 100 PS bei 1400 Umdrehungen in der Minute.

Das Gewicht des betriebsfertigen Motors mit einem Magnetapparat, aber ohne Öl, Wasser und Schwungrad, beträgt rund 170 kg, also rund 1,7 kg/PS.

N. A.-G.-Flugmaschinenmotor Typ F4 (Fig. 92 u. 93). Der Typ F4 leistet rund 150 PS bei 1400 Umdrehungen in der Minute.

Das Gewicht des betriebsfertigen Motors mit einem Magnetapparat, aber ohne Öl, Wasser und Schwungrad, beträgt rund 265 kg, demnach rund 1,65 kg/PS. Der Motor verbraucht rund 230 g Benzin für die PS-Stunde und 20 g Öl. Um den Zufluß des Benzins von der gegenseitigen Lage des Motors und Benzinbehälters unabhängig zu machen, können die Typen F3 und F4 mit einer kleinen Pumpe zur Erzeugung von Druckluft ausgerüstet werden.

### **Basse & Selve, Altena.**

Basse & Selve ist die erste Firma, die schon Jahre vor dem Kriege gelungene Versuche mit Aluminiumkolben gemacht hat. Obwohl sie damals auch von Fachleuten (Flugmotor-Wettbewerb) angefeindet wurde, haben sich die Aluminiumkolben jetzt durchgesetzt. Sie sind leichter und leiten die Wärme vom Boden besser an die Wände.

Der 1916 gebaute Flugmotor leistete 260 PS und hatte 155 mm Bohrung und 200 mm Hub. Der 1916 für das deutsche Heer gelieferte Motor leistete mit auf 160 mm vergrößerter Bohrung 300 PS. Mit ihm sind Höhen von über 7000 m erreicht worden. Der 350 PS-Motor hat auf 165 mm vergrößerte Bohrung. Er ist für R-Flugzeuge bestimmt, leider aber erst nach Kriegsschluß fertig geworden.

Den Basse-Selve-Motor zeigen Fig. 94 und 95.

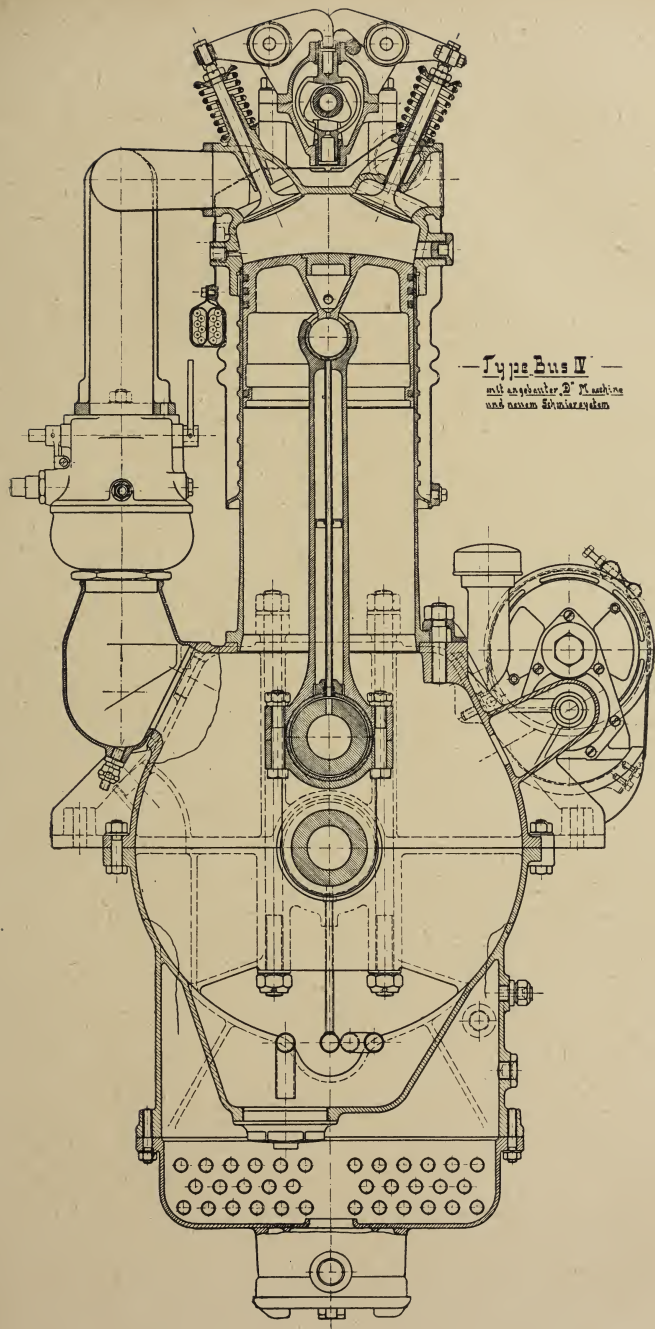


Fig. 94. Basse-Selve-Flugmotor.

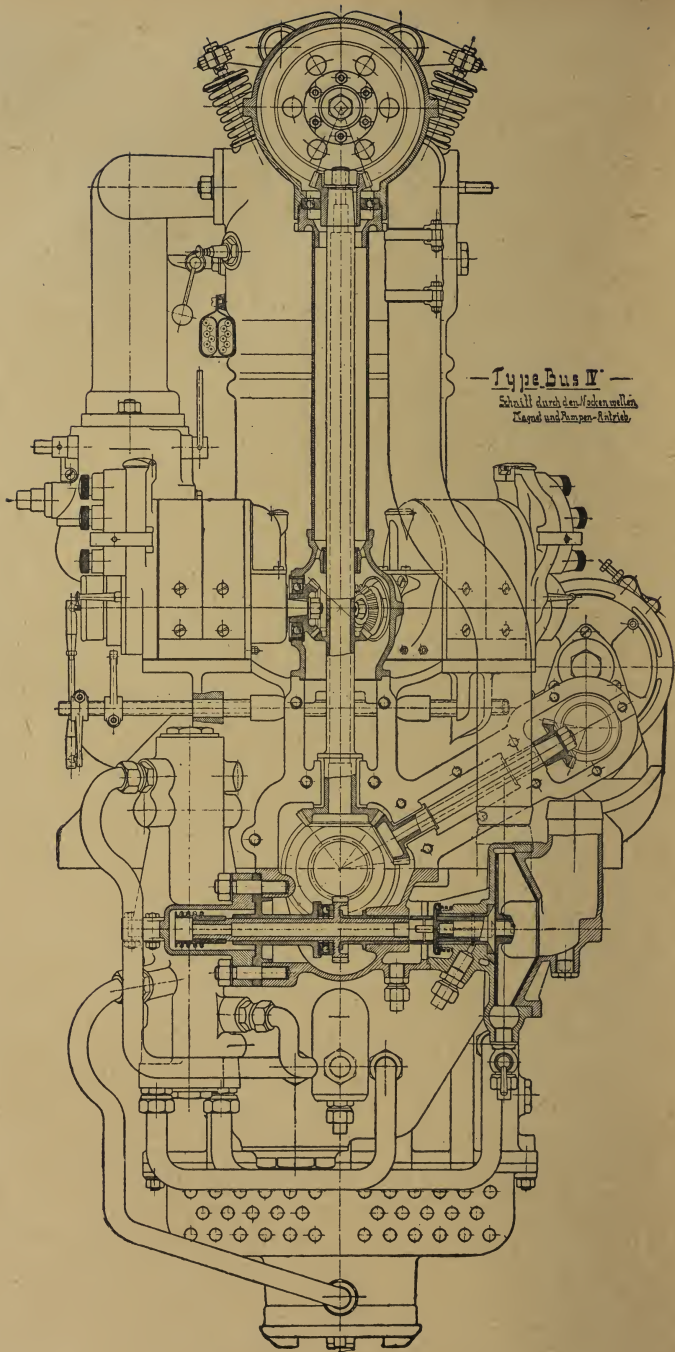


Fig. 95. Basse-Selve-Flugmotor.



Die Schmierpumpe ist eine mehrfache Kolbenpumpe. Der Antrieb erfolgt durch das Schneckenrad, eine Kurvennute bewirkt die hin und her gehende Bewegung, während die Steuerung durch Ausfräsungen im Kolbenmantel erfolgt.

### Österreichische Daimler-Motoren-A.-G., Wien.

Die Österreichische Daimler-Motoren-A.-G. hat in ihren Werken in Wiener-Neustadt von dem Zeitpunkte an, wo

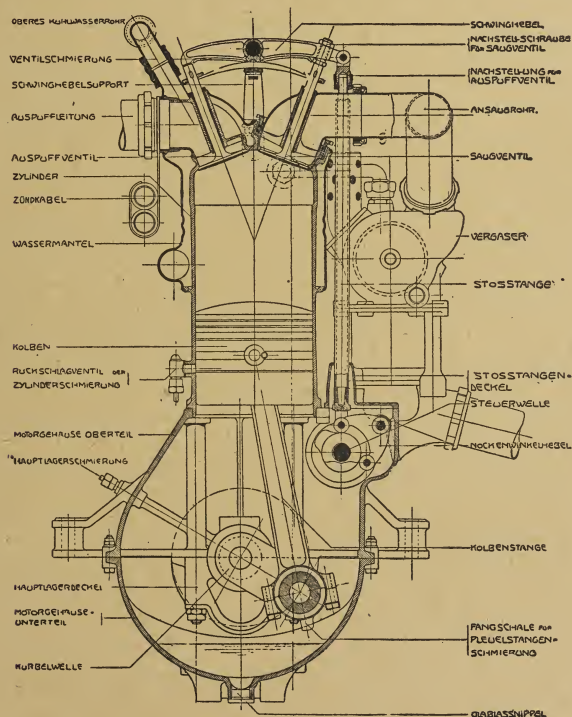


Fig. 96. 35/40 PS-Vierzylinder-Österr.-Daimler-Motor (Querschnitt).

man sich in Österreich mit der Flugtechnik zu beschäftigen begann, den Bau von Flugmotoren aufgenommen und es verstanden, den von ihr erzeugten Typen in kürzester Zeit Weltruf zu sichern. Die Konstruktion des kleinsten Motors

ist aus den Schnittzeichnungen der Fig. 96 u. 97 ersichtlich. Man erkennt, daß die Kurbelwellen- und Zylinderachse gegen-

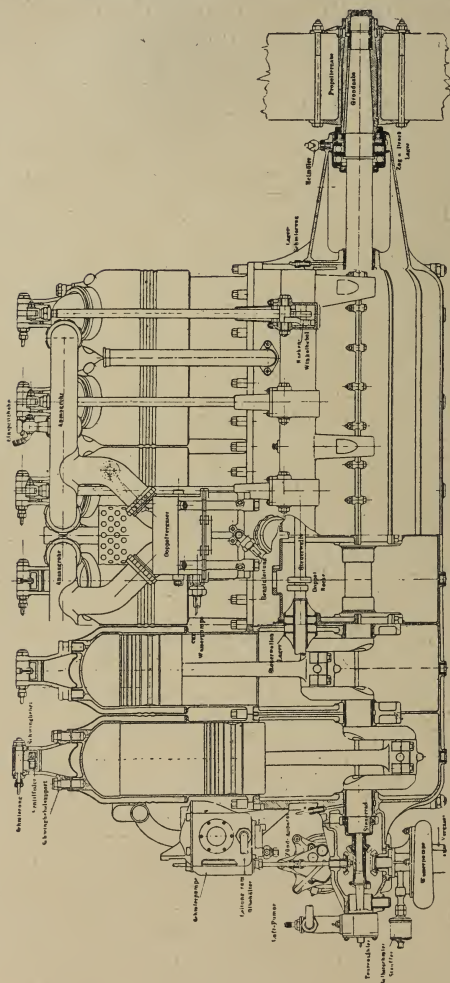


Fig. 97. Austro-Daimler-Flugmotor.

einander versetzt sind, um den Reibungsdruck während des Höchstdrucks der Verbrennung zu vermindern. Fig. 98 zeigt den 130-PS-Sechszylindermotor von der Vergaserseite.

Der Vergaser selbst ist auf Fig. 99 dargestellt. Der Schwimmer umgibt die Düse ringförmig, um ihn gegen Neigungen unempfindlich zu machen. Die Nebenluft wird durch den Drehschieber gesteuert.

Da die beiden Ventile eines Zylinders durch eine gemeinsame Stange gesteuert werden, sieht sie besonders einfach aus. Die Zylinder bei jedem dieser Typen sind

einzel gegossen und mit galvanisch befestigten kupfernen Wassermänteln versehen. Die Ventile sind von oben gesteuert, auf beiden Seiten des Zylinderkopfes angebracht und etwas gegen die Senkrechte geneigt. Der 130 PS-Motor ist mit zwei

Hochspannungsmagneten Bosch ausgerüstet, deren einer mit Zündspule als Doppelzündung ausgebildet ist. Der 90 und 65 PS-Motor sind ebenfalls mit Doppelzündung durch Magnet und Akkumulator versehen. Zwei getrennte Kerzensätze sichern eine zuverlässige Zündung. Die Schmierung der Motoren erfolgt unter Druck durch einen Zentralschmierapparat, Patent Friedmann oder Bosch, vermitteltst ventilloser Pumpen. Der Schmierapparat, die beiden Magnete

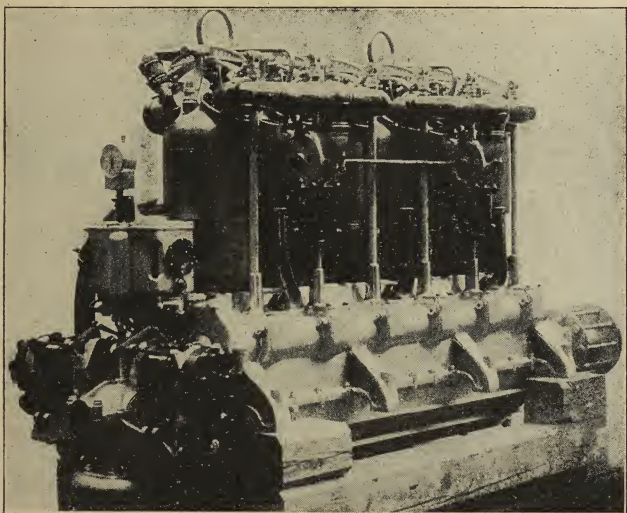


Fig. 98. 130 PS-Sechszylinder-Österr.-Daimler-Motor.

und die Wasserpumpe sind an der rückwärtigen Seite des Motors angeordnet, wo sich auch der Antrieb dieser Organe befindet. Das Gasmisch wird bei dem Vierzylindertyp von einem Vergaser, bei den Sechszylindertypen von zwei Vergasern geliefert. Eine  $1:1\frac{1}{2}$  übersetzte Handkurbel ermöglicht das Ingangsetzen des Motors vom Führersitz aus. Außerdem können die Motoren durch die Bosch-Anlaßspule angelassen werden.

Die Schmierung erfolgt ausschließlich durch Frischöl.

Die Ölleitungen aus Stahlrohr sind der Zugänglichkeit wegen außen verlegt. Die Schmierpumpe besteht aus sechs voneinander unabhängigen Kolbenpumpen, von denen zwei die Zylindergleitflächen ölen. Die hierzu benutzten Röhrchen sind mit Kugelrückschlagventilchen ausgerüstet. Durch den hohlen Kolbenbolzen gelangt Öl zu dem Pleuellager im

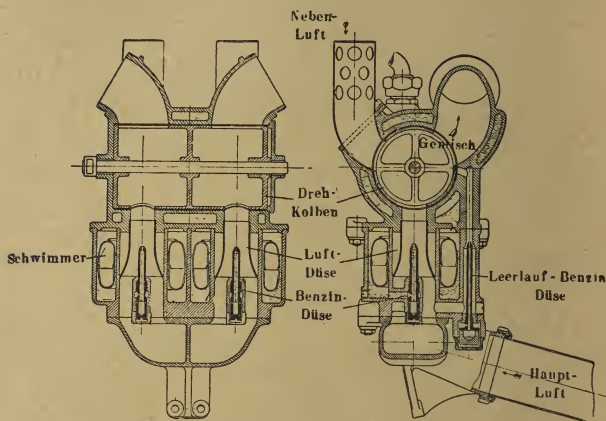


Fig. 79. Doppelvergaser der Austro-Daimler-Flugmotoren.

Kolben. Die dritte Pumpe schmiert die Schwinghebellager der Steuerung. Das hier abfließende Öl gelangt in die Ventillführungen. Die übrigen drei Pumpen versorgen die Kurbelwellenlager. Das überschüssige Öl fließt in das Gehäuse, das durch hohe Wände geteilt ist. Die Pleuellager der Kurbelwelle tauchen mit Schöpflöffeln in das Gehäuseöl und versehen sich hierdurch mit Öl.

Die folgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht über die Österreichischen Daimler-Motoren:

Leistung . . . . .	PS	65	100	130	160
Anzahl der Zylinder . . . . .		4	6	6	6
Bohrung . . . . . mm		120	120	130	138
Hub . . . . . „		140	140	175	175
Minutl. Umlaufzahl . . . . .		1350	1350	1250	1350
Gesamtgewicht . . . . . kg		105	165	200	—
Gewicht eines Daimler-Kühlers kg		18	24	28	—



### Fabrica Italiana Automobili di Torino „Fiat“.

Die Fiat-Automobilgesellschaft baut Flugzeug- und Luftschiffmotoren von 60—300 PS, und zwar mit vier und acht Zylindern. Die Achtzylindermotoren sind V-Motoren

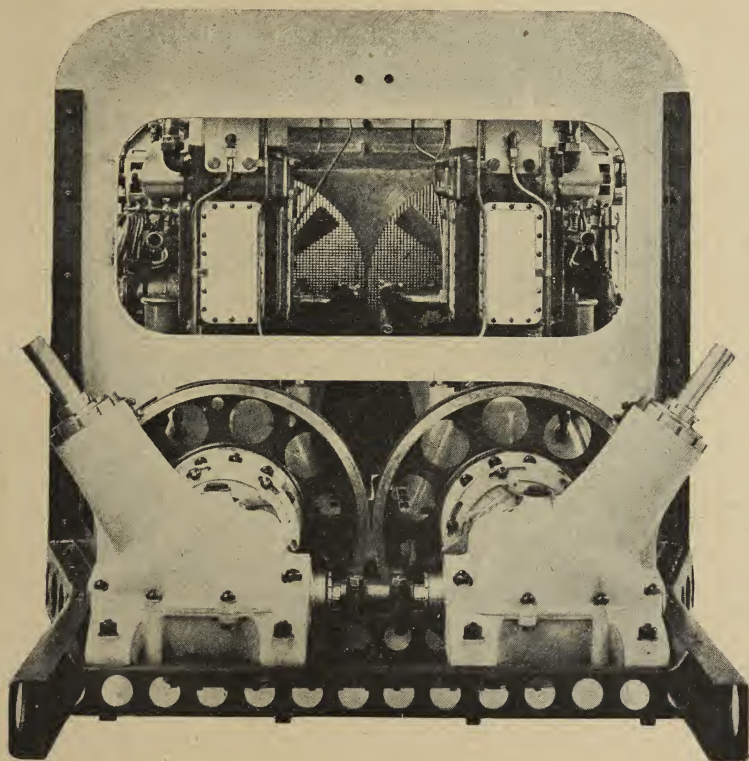


Fig. 100. 60 PS-Vierzylinder-Fiat-Luftschiffmotor.

(s. S. 149). Die im Zylinderkopf liegenden Ventile werden durch eine über den Zylindern liegende Nockenwelle gesteuert. Bemerkenswert ist die Ausbildung der Kühlmäntel. Die Zylinderblöcke sind nämlich allseitig offen gegossen, und der Abschluß des Wassers erfolgt durch große, aufgeschraubte Platten.

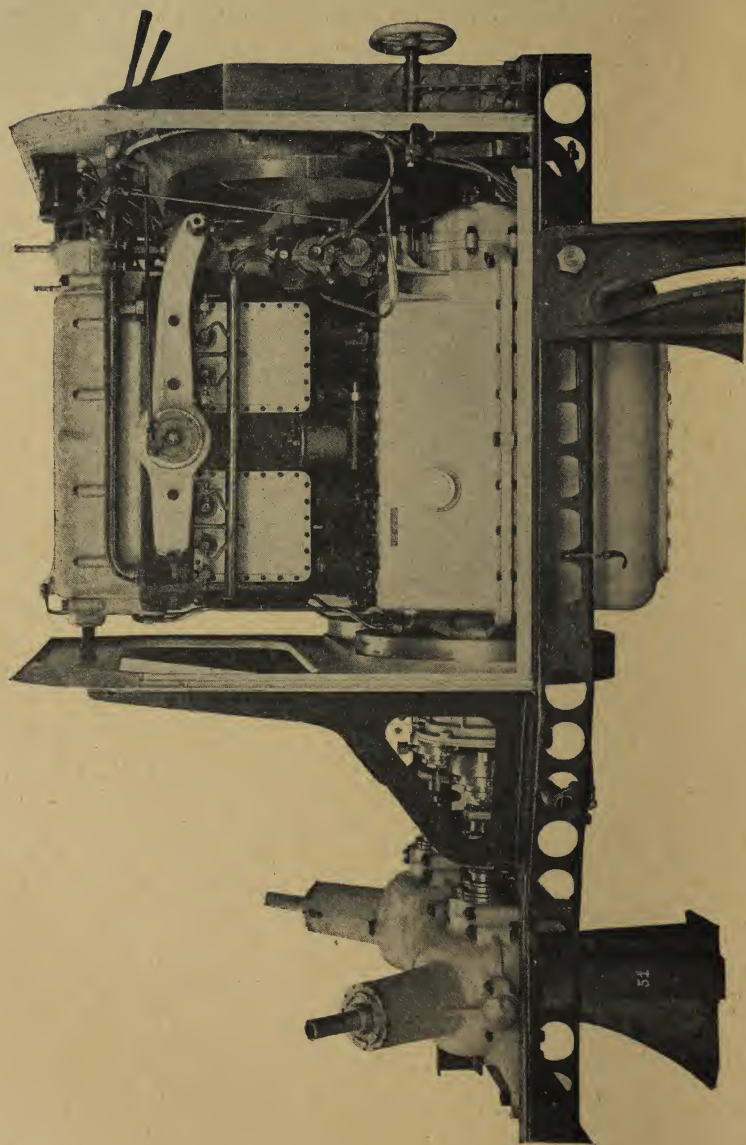


Fig. 104. 60 PS-Vierzylinder-Fiat-Luftschiffmotor.

Fig. 100 u. 101 zeigen den 60 PS-Luftschiffmotor, wie er zu zweien gekuppelt in ein italienisches Luftschiff eingebaut ist, mit dem Luftschraubenantrieb. Den 200 PS-Vierzylinder-

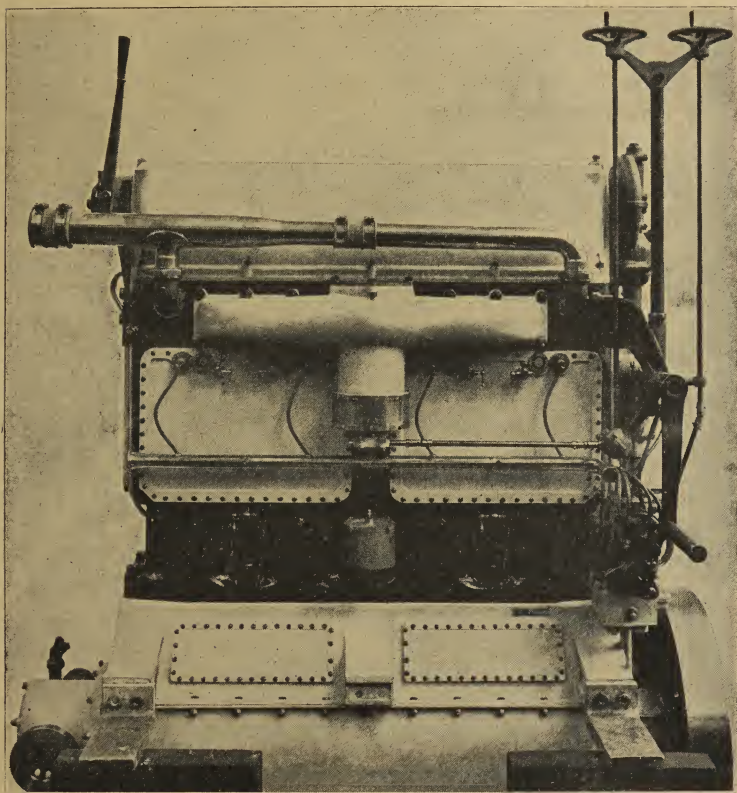


Fig. 102. 200 PS-Vierzylinder-Fiat-Luftschiffmotor.

Luftschiffmotor stellen die Fig. 102 u. 103 dar. Die Andrehkurbel an der Seite greift durch Kegelradtrieb an der senkrechten Zwischenwelle an, die die Nockenwelle dreht. Die kleinen Handräder oben dienen zur Verstellung des Vergasers und der Zündung.



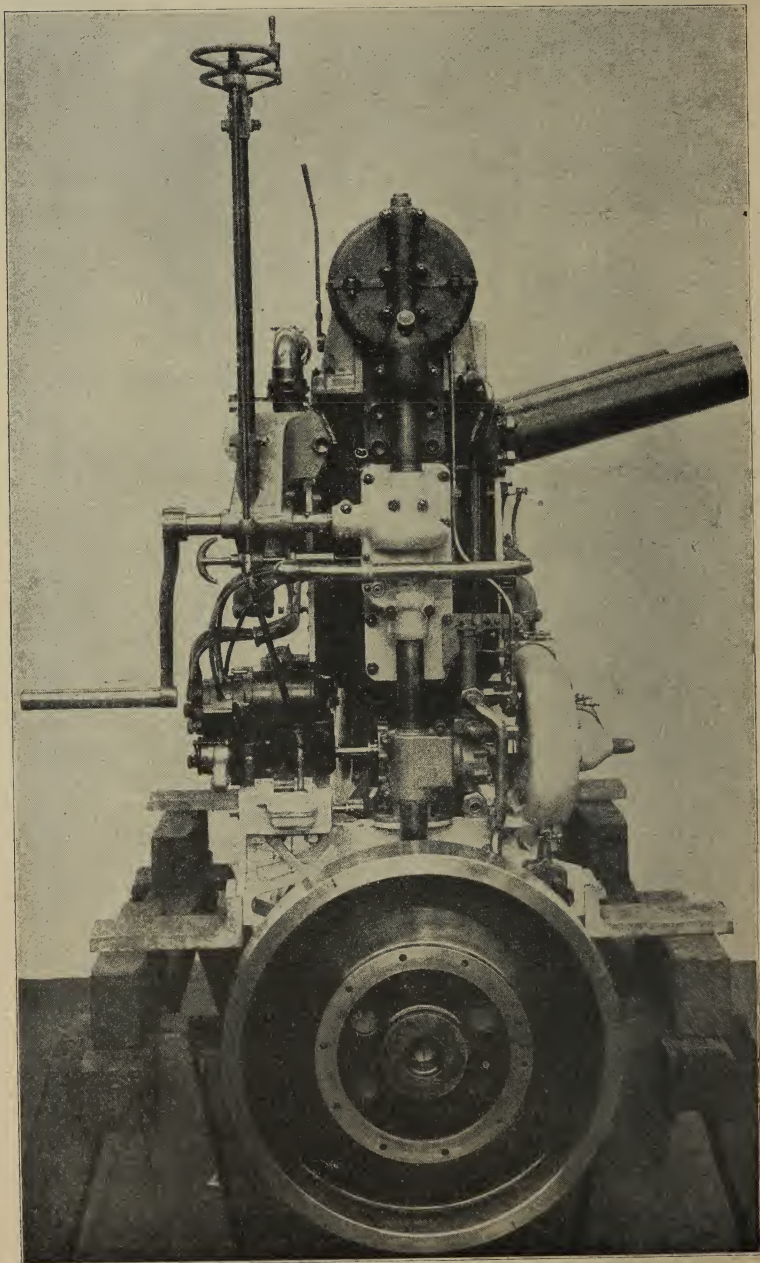


Fig. 103. 200 PS-Vierzylinder-Fiat-Luftschiffmotor.



## **Maybach-Motor der Motorenbau-G. m. b. H., Friedrichshafen.**

Die Zeppelinluftschiffe haben ihre seinerzeit vor dem Kriege viel bewunderten Dauerfahrten mit Maybach-Motoren ausgeführt. Diese großen Erfolge hatten dazu geführt, sie auch in anderen Luftschiffen zu verwenden. So waren z. B. P IV, Ersatz P II, der für England gelieferte Parseval 18 und andere Ballone außer den Zeppelinschiffen damit ausgerüstet.

Die Maybach-Flugmotoren haben sich im Kriege glänzend bewährt.

Der ältere Luftschiffmotor, den die Fig. 104 und 105 im Schnitt und 106 und 107 in Ansicht darstellen, zeigt äußerlich große Einfachheit und Übersichtlichkeit der Konstruktion. — Rohrleitungen sind soweit wie möglich vermieden und so verlegt, daß sie beim Abbau der Zylinder nicht abgenommen zu werden brauchen. — Die Hohlräume der Gehäusefüße sind in geschickter Weise zur Unterbringung des Zündapparat-antriebes, sowie der Benzin-, Öl- und Kühlwasserpumpe derart benutzt worden, daß gleichwohl diese Teile gut zugänglich und auswechselbar sind.

Eigenartig ist auch die Anordnung der Vergaser, die in Richtung der Motorlängsachse an den Köpfen der Zylinder unmittelbar angeschraubt sind. — Da das Saugrohr längs der Zylinder auf der einen Seite, das gekühlte Auspuffsammelrohr parallel zu ersterem auf der entgegengesetzten Seite der Zylinderköpfe angeordnet ist und beide Rohre nicht nur mit den letzteren, sondern auch mit den Vergasern verschraubt sind, so ist hierdurch gewissermaßen ein Rahmen geschaffen, der zur Versteifung der Zylinder untereinander dient.

Der Motor hat sechs einzelne Zylinder. — Der Zylinderschaft ist aus Chromnickelstahl geschmiedet, der Kopf aus Gußeisen aufgeschraubt und gedichtet. — Die Zylinderköpfe sind so ausgebildet, daß das Kühlwasser ohne Zwischenleitung von dem einen in den anderen nächstfolgenden über-

strömt. — Zwischen den Stirnflächen der Zylinderköpfe sind deshalb leicht auswechselbare, über Aluminiumringe gestülpte Gummidichtungsringe eingesetzt, die durch Metallbänder mit Spannschraube nach Bedarf noch gegen die Zylinderköpfe gepreßt werden können.

Jeder Zylinder ist unten durch einen Bund verstärkt, der in je eine ringförmige Vertiefung im Kurbelgehäuse paßt. — Die weitere Befestigung der Zylinder erfolgt durch

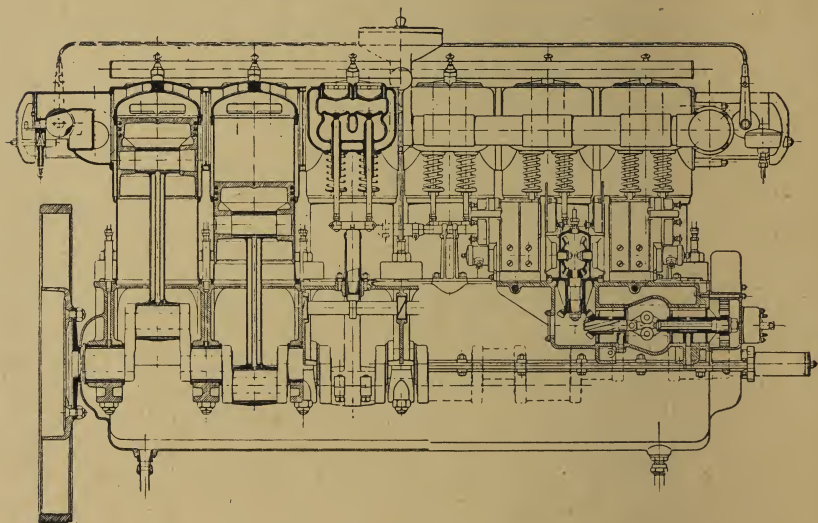


Fig. 104. Längsschnitt des Maybach-Luftschiff-Motors.

Stahlstücke, die auf den erwähnten bundartigen Zylinderverstärkungen aufliegen, und deren Befestigungsbolzen zugleich auch als Befestigungsschrauben für die Deckel der Kurbelwellenlager benützt sind. — Es ist klar, daß durch diese Anordnung das Kurbelgehäuse zum Teil entlastet und an Gewicht gespart wird. — Die Abnahme irgendeines Einzelzylinders kann sehr rasch erfolgen, ohne daß die übrigen Zylinder oder wesentliche Teile vorher abgebaut werden müssen. — In jedem Zylinderkopf sind in beiderseitigen Taschen je zwei Einlaß- und Auslaßventile unter-

gebracht, die durch zwei an beiden Motorseiten befindliche Nockenwellen gesteuert werden. — Die Ventile sind unter sich austauschbar. — Durch die Anordnung von je zwei Einlaß- und Auslaßventilen wird eine große Zugänglichkeit erreicht. — Des weiteren ermöglicht sie weitgehende Dauerleistungen ohne Kraftabfall. Die neueren Maybachmotoren haben die Ventile im Zylinderkopf.

Das Kurbelgehäuse ist aus Aluminiumguß ausgeführt und zweiteilig. — An den oberen Teil sind Gehäusefüße,

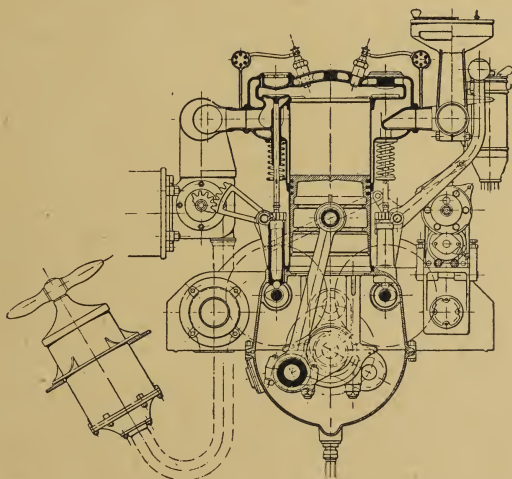


Fig. 105. Querschnitt des Maybach-Luftschiff-Motors.

sowie die Lager für die Kurbelwelle und die Steuerwellen mit angegossen. — Bekanntlich ist es bei dieser Anordnung möglich, das Gehäuseunterteil entsprechend schwächer (als Wanne) auszuführen. — Vor allem aber ist bei Abnahme des Gehäuseunterteils das ganze Getriebe bequem zugänglich.

Der Antrieb der Steuerwellen erfolgt an der dem Schwungrad entgegengesetzten Seite durch Zahnräder. — Sie dienen zugleich zur Übertragung der Bewegung auf die Wasserpumpe und den Zündapparatantrieb. — Die auf der Anlaßseite des Motors liegende Steuerwelle trägt an ihrem anderen



Ende (beim Schwungrad) ein Zahnrad zum Antrieb der gemeinsamen kleinen Kurbelwelle für die Öl- und Benzinpumpe.

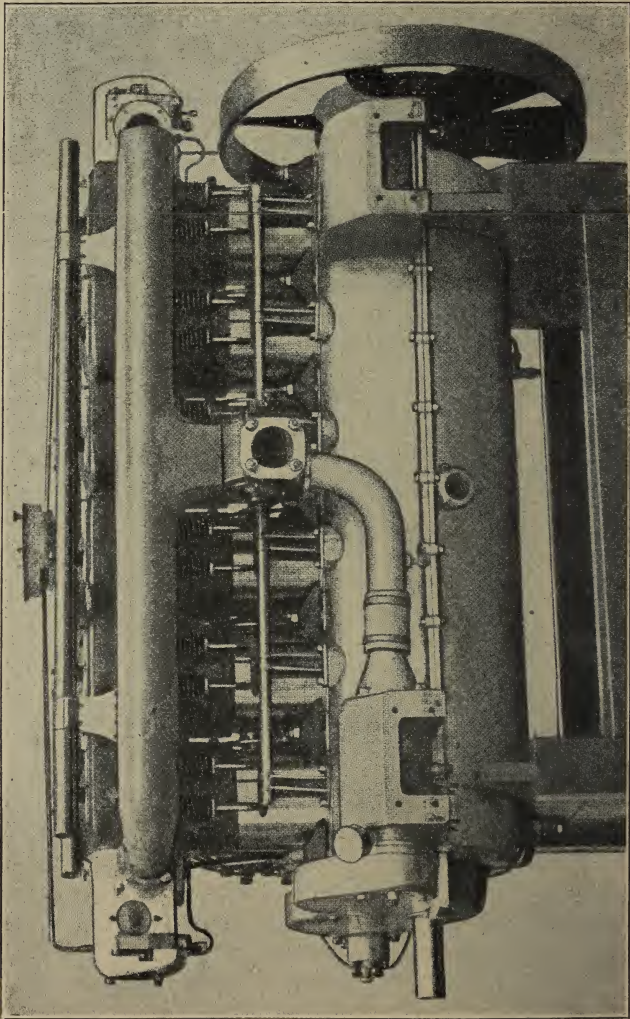


Fig. 106. 130 PS-Sechszylinder-Maybach-Motor.

Die Vergaserkonstruktion ist ebenfalls eigenartig. Hauptluft- und Nebelufddüse sind so angeordnet, daß zwei Luft-



ströme heftig aufeinanderprallen und den Brennstoffstrahl fächerartig zwischen sich aufnehmen. — Bei Verringerung der Leistung durch Drosseln des Vergasers werden die

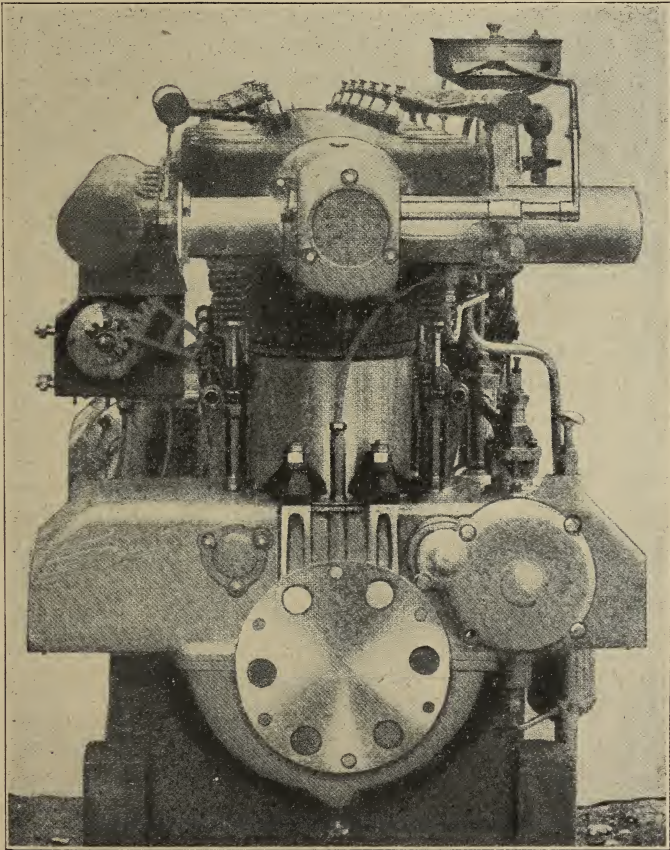


Fig. 107. 180 PS-Sechszylinder-Maybach-Motor.

beiden Luftdüsen, wie auch die Brennstoffdüse zwangsläufig im richtigen Verhältnis gedrosselt, so daß mit der Umlaufzahl sehr weit herunter gegangen werden kann, da auch dann noch durch die verengten Querschnitte heftiges

Saugen und damit normale Vergasung stattfindet und das Herausfließen oder Ansammeln von Benzin durch träges Saugen vermieden wird. — Die Einstellung der Gemischregelorgane beider Vergaser erfolgt durch einen einzigen Hebel, der in der Mitte einer kreisrunden Platte gelagert ist, die mit ihrem Untergestell auf dem Saugrohr sitzt.

Jeder Vergaser besitzt einen kleinen Benzinbehälter, dem das Benzin durch die schon erwähnte Benzinpumpe zugeführt wird. — Durch eine Überlaufvorrichtung wird der Benzinpiegel auf gleicher Höhe gehalten. Das überlaufende Benzin fließt in ein tieferliegendes Gefäß zurück, aus dem die Benzinpumpe saugt. — Besondere Vorrichtungen ermöglichen es jedoch, daß der Hauptbrennstoffbehälter unabhängig von dem Benzinrücklaufgefäß in beliebiger Höhe, etwa im Laufgang des Luftschiffes, angebracht werden kann. — Die Benzindüsen sind so ausgebildet und in die Benzinbehälter eingebaut, daß auch bei Schräglage des Motors die Saughöhe in den Düsen sich nicht ändert. — Die eben besprochenen Einrichtungen machen die sonst übliche, aber nicht immer zuverlässige Schwimmereinrichtung entbehrlich und ermöglichen die Verwendung von Benzol an Stelle von Benzin ohne jegliche Änderung am Vergaser oder Schwimmer.

Von den Vergasern aus wird das Gemisch durch eine allen sechs Zylindern gemeinsame Saugleitung zugeführt. — Durch eine besondere Einrichtung wird erreicht, daß jeder Zylinder gleich viel und gleichartiges Gemisch erhält.

Der Motor besitzt Preßschmierung. Die hierzu erforderliche kleine Kolbenpumpe ist als Saug- und Druckpumpe ausgebildet. Der Öldruck kann bis 2 Atm. gesteigert werden.

Zur Regelung des Druckes bzw. der dem Motor zugeführten Ölmenge ist ein einstellbares Überdruckventil angebracht, durch das das überflüssige Schmieröl nach dem Ölbehälter zurücklaufen kann. — Letzterer kann mit einer Kühlvorrichtung versehen werden, durch die das im Unterteil des Kurbelgehäuses sich wieder sammelnde Schmieröl hindurchläuft, bevor es von der Pumpe in den Motor zurück-

geführt wird. — Eine selbsttätige Schmierversicherung besorgt das sofortige Abstellen des Motors bei Störungen des Ölumlaufs, hervorgerufen etwa durch Störungen der Ölpumpe, Bruch einer Leitung oder Ölmangel im Behälter.

Das Kühlwasser wird durch eine Turbinenpumpe in Umlauf gesetzt und durchfließt den gekühlten Auspufftopf und der Reihe nach die einzelnen Zylinder, um dann in den Kühlapparat zurückzugelangen.

Die Zündung erfolgt durch je zwei Hochspannungskerzen, die auf jedem Zylinderkopf an günstiger Stelle angebracht sind und von zwei Bosch-Hochspannungsmagneten unabhängig voneinander ihren Strom erhalten. — Durch zwei auf der Schalttafel angebrachte Kontaktknöpfe kann während des Betriebes der eine oder der andere Apparat versuchsweise ausgeschaltet werden, so daß jederzeit die Betriebsfähigkeit jedes einzelnen Apparates festgestellt werden kann. — Die Kabel nach den Zündkerzen sind in Rohren, die an den Zylinderköpfen entlang laufen, verlegt. — Die Zündverstellung erfolgt selbsttätig durch einen kräftigen Regler, der außerdem im Falle eines Wellenbruches oder beim plötzlichen Fortfall der Belastung die Zündung sofort dauernd abstellt, so daß die normale Umdrehungszahl nur um etwa 200 Umdrehungen für einen Augenblick emporschnellt. — Diese selbsttätige Abstellung wirkt so gut, daß man, ohne für den Motor etwas befürchten zu müssen, während des Vollbetriebes die Kupplung plötzlich ausrücken kann.

Die Inbetriebsetzung des Motors erfolgt durch eine besondere Anlaßvorrichtung. Sie besteht darin, daß mittels eines einzigen Handgriffes sowohl sämtliche Ventile angehoben werden, wie auch ein Rundschieber betätigt wird, der gleichzeitig die Auspufföffnung am Auspufftopf schließt und dafür eine Saugrohrleitung nach einer Saughandpumpe öffnet. — Durch einige kurze Hübe mit dieser Handpumpe wird gutes Gemisch aus den Vergasern in die Zylinder gesaugt. — Nach gleichzeitigem Schließen der Ventile und Wiederöffnen der Auspufföffnung springt dann durch Be-



tätigung eines Bosch-Anlaßmagnets der Motor ohne Ankurbeln mit Sicherheit an.

Die normale Betriebsumlaufzahl beträgt 1200—1250 Umdrehungen in der Minute. — Der Motor läuft hierbei erschütterungsfrei.

Die Leistung beträgt bei

1100 Umläufen	165 PS	
1200	„	178 „
1250	„	185 „
1300	„	190 „

} Normalleistung.

Der Benzinverbrauch beträgt 225 g/PS und Stunde, der Ölverbrauch 2,5—3 kg/Stunde.

Bei Verwendung von Benzol beträgt die Leistung 2 % weniger, bei 10 % höherem Verbrauch.

Das Gewicht des Motors beträgt mit dem wassergekühlten Auspuffsammelrohr, 2 Zündapparaten und dem vollständigen Anlaßmechanismus betriebsfertig 425 kg. (In diesem Gewicht sind nicht mit inbegriffen das Schwungrad mit 22 kg und der Anlaßmagnet mit 2,5 kg.)

Durch eine neuerdings angebrachte Sparvorrichtung nimmt bei gedrosselter Leistung auch der spezifische Brennstoffverbrauch ab, während er bisher bei abnehmender Leistung stets anstieg. Hierdurch kann namentlich bei Dauerfahrten, wobei meist mit etwas verminderter Kraft gefahren wird, bedeutend an Brennstoff gespart werden, wodurch sich der Fahrbereich des Luftschiffes entsprechend vergrößert. Die neueren Maybach-Motoren haben die Ventile im Zylinderkopf.

Den leistungsfähigsten Maybach-Flugmotor stellen Fig. 108 u. 109 dar. Er hat 165 mm Bohrung, 180 mm Hub, wiegt 432 kg und leistet 245 PS bei  $n = 1400$ . Er hat verschiedene Eigenheiten des Maybach-Luftschiffmotors, von dem er sich durch die Ventilanordnung wesentlich unterscheidet. An beiden Enden der geraden Saugleitung sitzen auch die beiden schwimmerlosen Vergaser mit Überlaufvorrichtung. Das Anlassen erfolgt in der gleichen Weise mittels Anlaß-



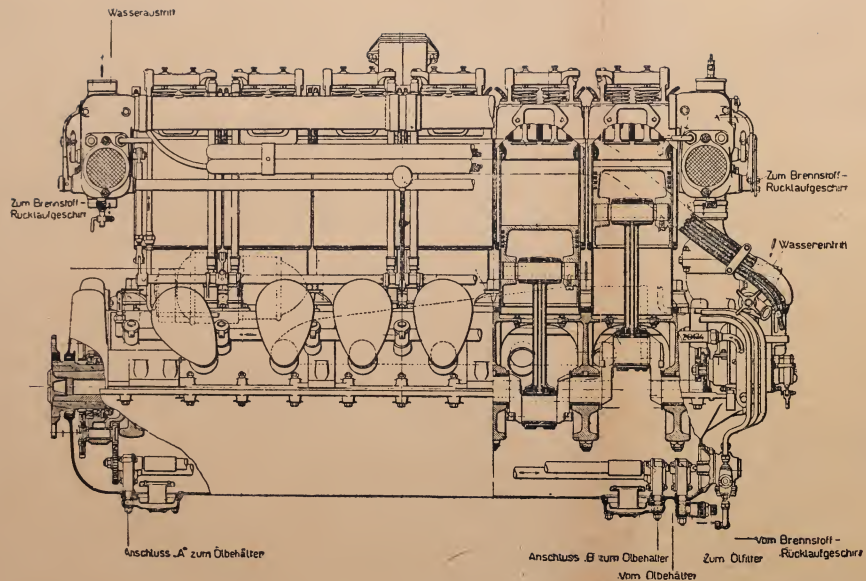


Fig. 108.

Maybach 260 PS-Flugmotor (hochverdichtet).

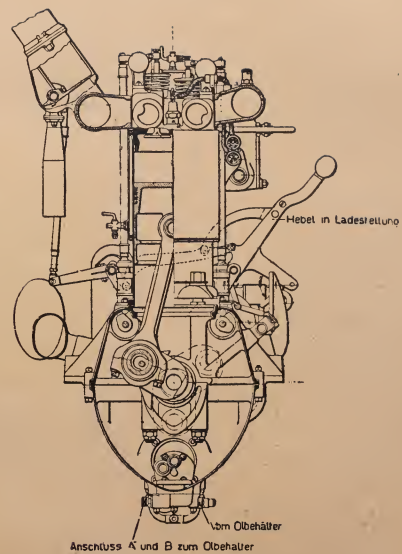


Fig. 109.



handpumpe. Er kann also in Gang gesetzt werden, ohne die Luftschraube durchzudrehen.

Die Schmierung erfolgt durch 3 Zahnradölpumpen, von denen zwei das Öl vorn und hinten aus dem Gehäuse saugen und einem Sammelgefäß zudrücken, wo es gekühlt und ge-

Einbauschema der  
Brennstoff-  
und Ölleitungen zum  
Maybach-Flugmotor.

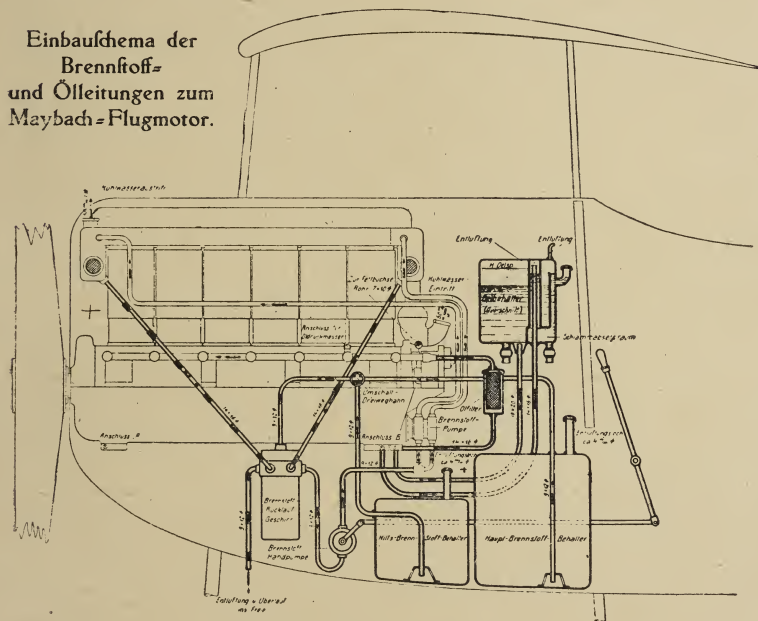


Fig. 110.

reinigt wird. Die dritte drückt es in üblicher Weise den Lagerstellen zu. Brennstoff- und Ölauf erhält aus Fig. 110.

### Bayrische Motoren-Werke (BMW.), München.

Aus den Rapp-Werken sind die Bayrischen Motoren-Werke hervorgegangen. Sie haben mit dem von Fritz konstruierten Höhenmotor einen überlegenen Motor herausgebracht. Er hat 150 mm Bohrung und 180 mm Hub. Seine Leistung am Stand beträgt etwa 200 PS bei 1370 minutlichen

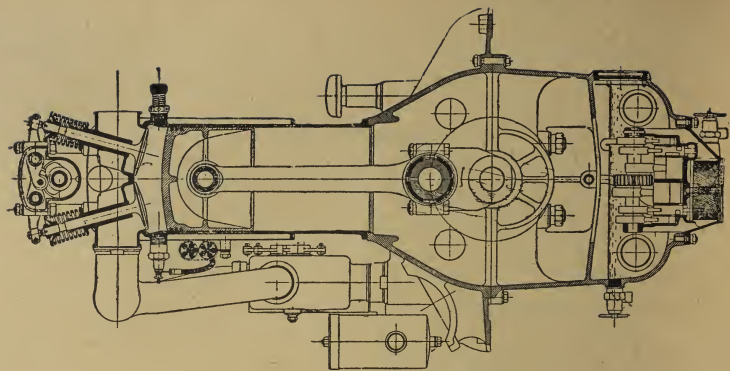


Fig. 112.

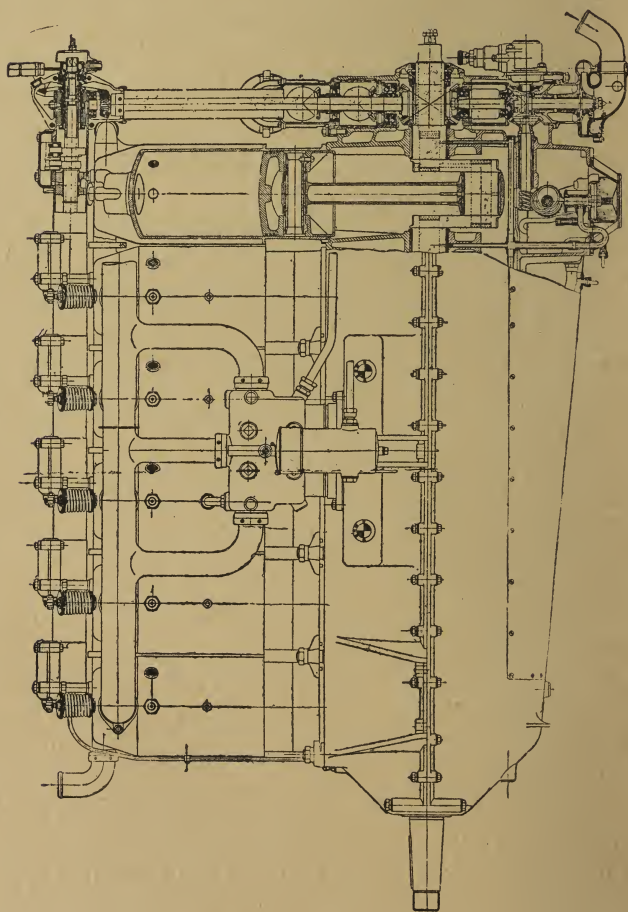


Fig. 111.

BMW-Motor.



Umdrehungen. Er wiegt 290 kg. Fig. 111 u. 112 lassen seine Ähnlichkeit im Aufbau und in vielen Einzelheiten mit dem

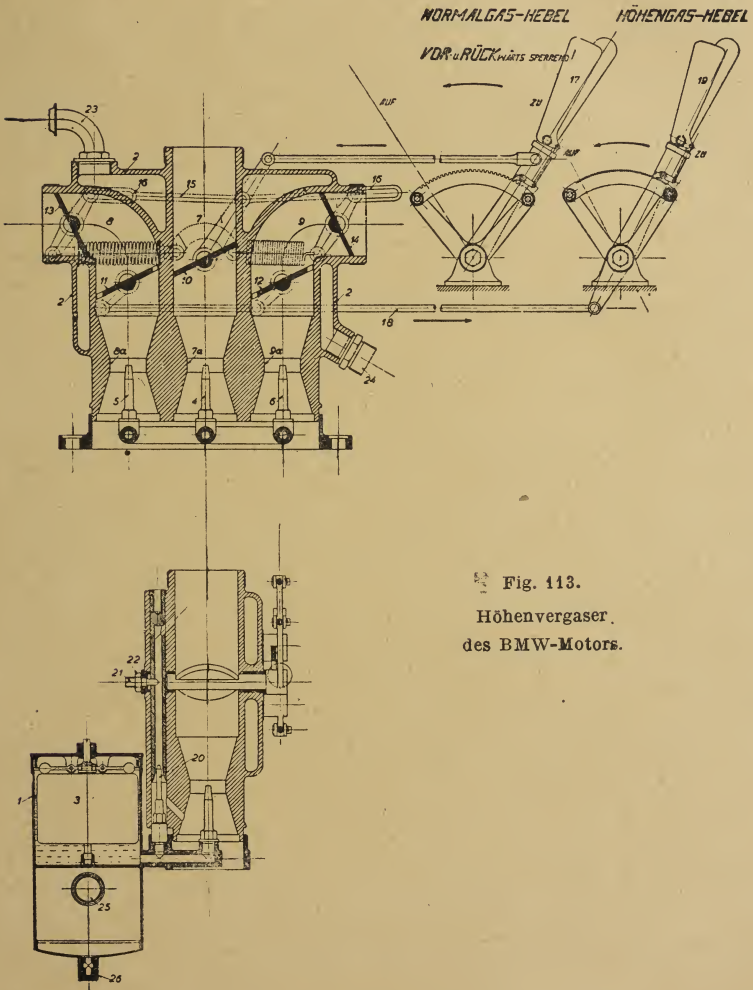


Fig. 113.

Höhenvergasers.  
des BMW-Motors.

Mercedes erkennen. Von diesem aber unterscheidet er sich wesentlich durch den Vergaser, Fig. 113, der insbesondere den BMW-Motor zum Höhenmotor machte, dessen Leistung

also in der Höhe und am Boden fast gleich ist. Der Vergaser hat 3 Hauptdüsen 4, 5, 6 und eine Leerlaufdüse 20. In den Mischkammern 7, 8, 9 befinden sich Drosselklappen 10, 13, 14, die durch den Haupthebel betätigt werden, wobei 13 u. 14 infolge der Schlitze in der Verbindungsstange später als 10 öffnen. In den Kammern 8 u. 9 sitzen noch die Klappen 11 u. 12, durch deren Schlitze in geschlossener Stellung das Gemisch streicht. Diese Klappen werden durch die Höhen- gashebel von etwa 2000 m an mit zunehmender Höhe allmählich geöffnet, so daß sie bei 4000 m ganz offen sind, und werden beim Abwärtsflug entsprechend wieder geschlossen, so daß die Drehzahl des Motors stets ungefähr die gleiche bleibt.

### Luftschiffmotoren Chenu.

Die französischen Luftschiffe der Astra-Gesellschaft sind zum großen Teil mit diesen Motoren ausgerüstet. Auch das schnelle Luftschiff, das diese Gesellschaft an England verkauft hat, und das mit 23 m/sek einmal das schnellste Luftschiff der Welt war, besaß zwei 200 PS-Chenu-Motoren.

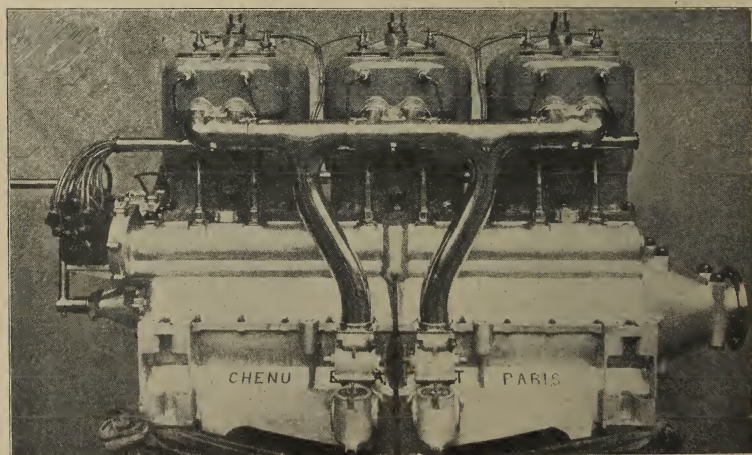


Fig. 114. 250 PS-Sechszylinder-Luftschiff-Chenu-Motor.

Die Fig. 114 zeigt einen 250-PS Chenu-Motor. Die Ventile liegen wie bei der alten Daimler-Anordnung seitlich und werden von unten durch zwei Nockenwellen gesteuert. Magnete und Kerzen sind doppelt vorhanden.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Chenu-Motoren:

Typ . . . . .	A E 4	A E 4 bis	A E 5	A H 6
Anzahl der Zylinder . . .	4	4	6	6
Bohrung . . . . . mm	110	110	110	150
Hub . . . . . mm	130	130	130	200
Betriebsgewicht ohne Kühler . . . . . kg	115	117	180	430
Preis . . . . . Fr.	8000	1000	15000	30000

Leistung in PS

Minutl. Um- drehungen	900	36	36	36	165
	1000	40	40	61	180
	1100	44	44	67	195
	1200	48	48	74	210
	1300	52	52	80	225
	1400	56	56	86	240
	1500	60	60	93	250
	1600	62	64	99	260
	1800	65	72	110	
	2300		80		
	2300		90		

Clerget & Cie., Paris.

Von den Motoren dieser Firma haben die 50 PS- und die 100 PS-Motoren vier in Reihe stehende Zylinder (Fig. 115 u. 116), während die der 200 PS-Motoren V-förmig angeordnet sind (Fig. 135 S. 148). Die Zylinder sind aus Stahl gedreht und mit einem elektrolytisch hergestellten Kupfermantel versehen. Die im Zylinderkopf angeordneten Ventile werden in eigenartiger Weise durch Stoßstangen gesteuert. Die Stange zum Hebel des Einlaßventils bewegt sich nämlich in dem Rohr, das zum Heben des Auslaßventils dient. Zur

Ölung dient eine Druckpumpe. Die Kurbelwelle ist fünfmal gelagert, und zwar beim 50 PS-Motor in Kugellagern.

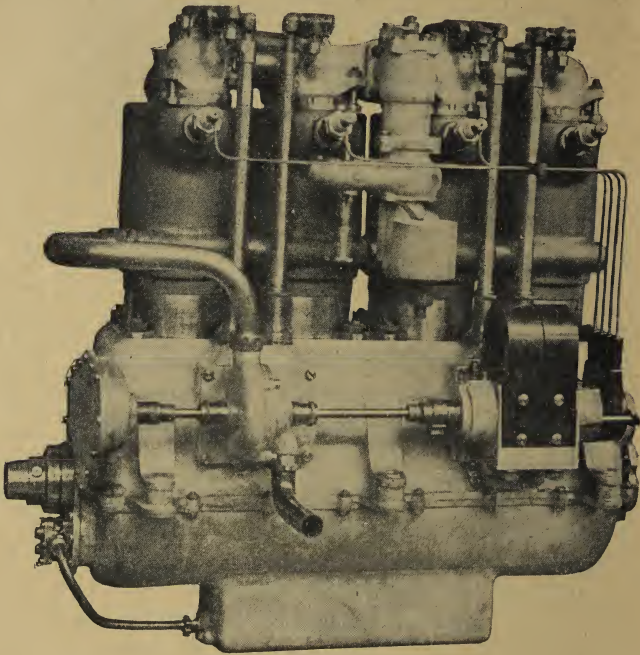


Fig. 115. 50 PS-Vierzylinder-Clerget-Motor.

### Vierzylinder-Clerget.

Leistung . . . . .	PS	50	100
Bohrung . . . . .	mm	110	140
Hub . . . . .	mm	120	160
Gesamtgewicht . . . . .	kg	78	155
Kühlwasser . . . . .	l	7	15
Gewicht des Kühlers . . . . .	kg	10	17
Preis . . . . .	Fr.	10 000	19 000

### Rapp-München.

Der Sechszylinder-Rapp-Motor von 140 mm Bohrung und 160 mm Hub verlegt die Zündmagnete weiter nach



vorn, um die Magnetnadel des Flugzeugkompasses nicht zu beeinflussen. Die Magnete liegen beim Rapp-Motor, wie die Fig. 117 und 118 erkennen lassen, hinter dem zweiten Zylinderblock. Einer ist in üblicher Weise mit einem Anlasser versehen. Um die Zylinder vorher mit Gas füllen zu

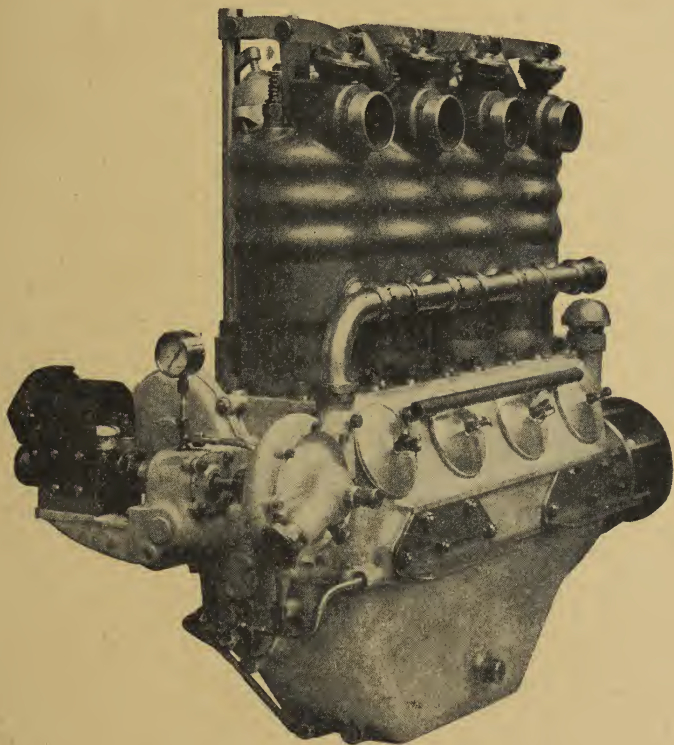


Fig. 116. 100 PS-Vierzylinder-Clerget-Motor.

können, ohne die Luftschraube zu drehen, kann der Motor vom Sitz aus durch eine Kurbel gedreht werden.

An der Stelle, an der sonst die Magnete saßen, befinden sich jetzt die Vergaser. Die Ansaugöffnungen sind mit Drahtnetzen versehen, um ein Herausschlagen von Flammen beim Brennen des Gemisches in der Saugleitung zu vermeiden,

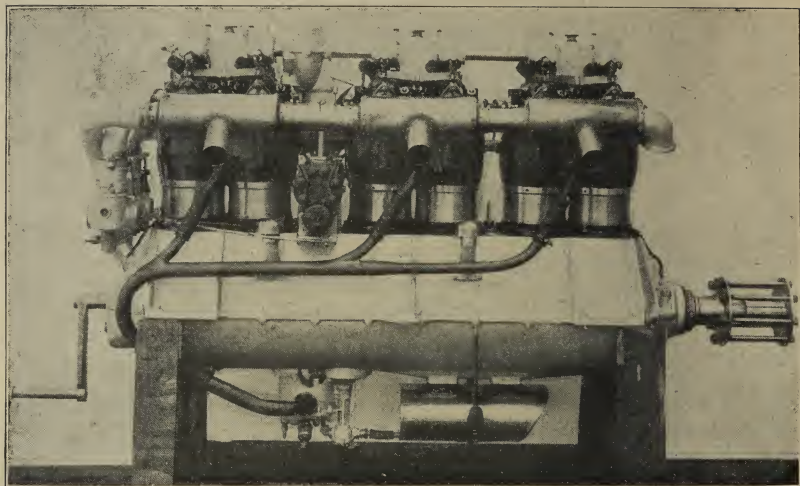


Fig. 117. 150 PS-Rapp-Motor.

was bekanntlich öfter vorkommt, wenn z. B. ein Einlaßventil nicht genügend schließt. Um diese Möglichkeit einzuschränken, sind als Ventildfedern Blattfedern gewählt, die

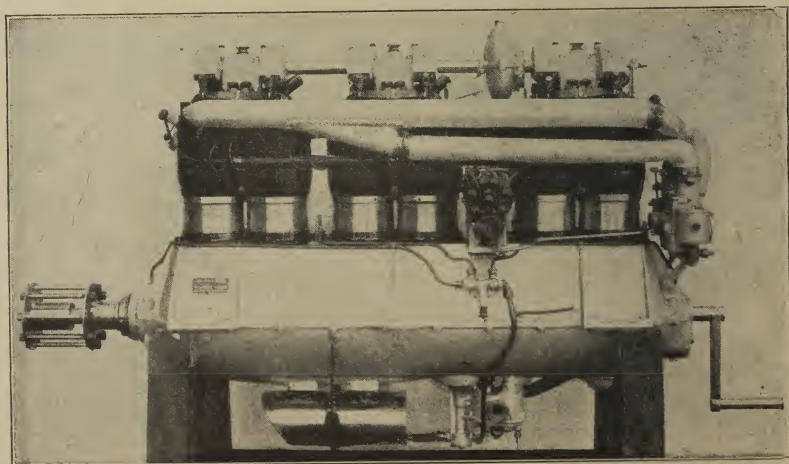


Fig. 118. 150 PS-Rapp-Motor.

schwingend zwischen je zwei Einlaßventilen lagern. Beim Öffnen des einen wird daher das andere um so stärker auf

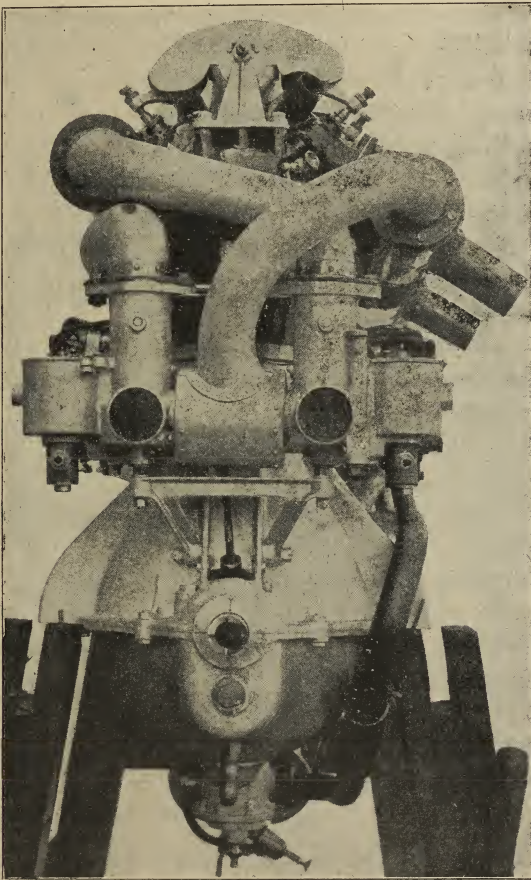


Fig. 119. 150 PS-Rapp-Motor.

seinen Sitz gepreßt. Das Gemisch wird durch Warmluft von den Auspuffrohren vorgewärmt. Der Grad der Vorwärmung kann während des Fluges geändert werden.

Die Zylinderköpfe sind mit den Wassermänteln zusam-



mengegossen und so gestaltet, daß sie ausgedreht werden können. Es erfolgt dies unten auf eine Wandstärke von 2 mm, oben auf 5 mm. Die eigentlichen Zylinder sind Stahlrohre, die in den Gußteil geschraubt werden. Die Ventilsitze sind herausschraubbar, der des Auslaßventils ist wassergekühlt. Die über den Zylindern liegende Steuerwelle erhält ihren Antrieb wie die Magnete usw. durch eine zwischen dem ersten und zweiten Zylinderpaar gelegene senkrechte Welle. Die Ventile eines Zylinderpaares werden durch einen Schwinghebel gesteuert, dessen Rolle von einem entsprechend gestalteten Nocken bewegt wird.

Die Schmierung erfolgt durch Frischöl- und durch Umlaufpumpen. Die Frischölpumpe erhält den Ölstand in dem unten hängenden Meßzylinder auf gleicher Höhe. Von diesem wird es in die auf den Abbildungen sichtbaren Schmierleitungen zu den Kurbellagern gedrückt, von denen es durch die hohle Kurbelwelle zu den Pleuellagern gelangt. Bei Schrägstellung der Zylinder wird das überschüssige Öl abgesogen.

Auffällig ist noch die lange Luftschraubennabe. Der Abstand zwischen Luftschraube und dem letzten Zylinder beträgt etwa 220 mm, um dort nach Belieben einen Kühler unterbringen zu können.

### „Örlikon“-Flugmotor.

Der Örlikon-Motor (Fig. 120—122) ist eigentlich schon ein V-Motor, da seine Zylinder nicht alle in Reihe hintereinander stehen. Weil sie aber in derselben Ebene liegen, der V-Winkel also 180° beträgt und die Kurbelwelle auch anders gekröpft ist, sei er an dieser Stelle behandelt.

Die Zylinder sind mit einem Kühlmantel aus Kupferblech umgeben und am Hubende mit einem Lochkranz versehen, durch den die Verbrennungsgase entspannt werden, bevor das Auslaßventil geöffnet wird. Dieser Hilfsauspuff findet sich sonst vielfach bei den luftgekühlten Motoren. Das Ventil ist, wie Fig. 122 erkennen läßt, ein gemischtes, bei dem



also Ein- und Auslaßventil vereinigt sind. Längere Gasleitungen sind dadurch vermieden, daß für jedes Zylinder-

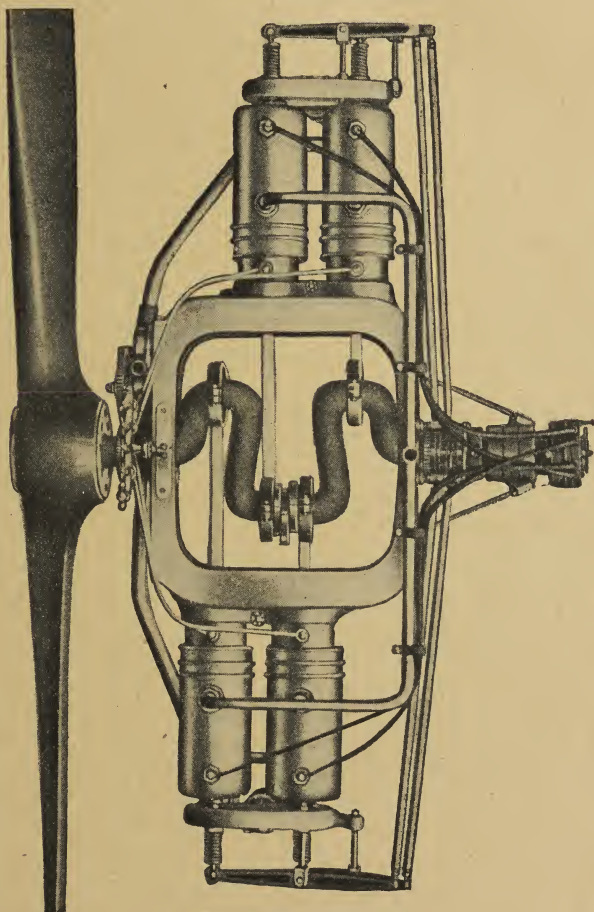


Fig. 120. 50 PS-Örlikon-Motor.

paar ein besonderer Vergaser angeordnet ist. Bemerkenswert ist noch die ausschließliche Verwendung von Kugellagern, sogar am Kolbenlager. (Fig. 122.)

Gleitlager hätten bei der offenen Bauart des Motors

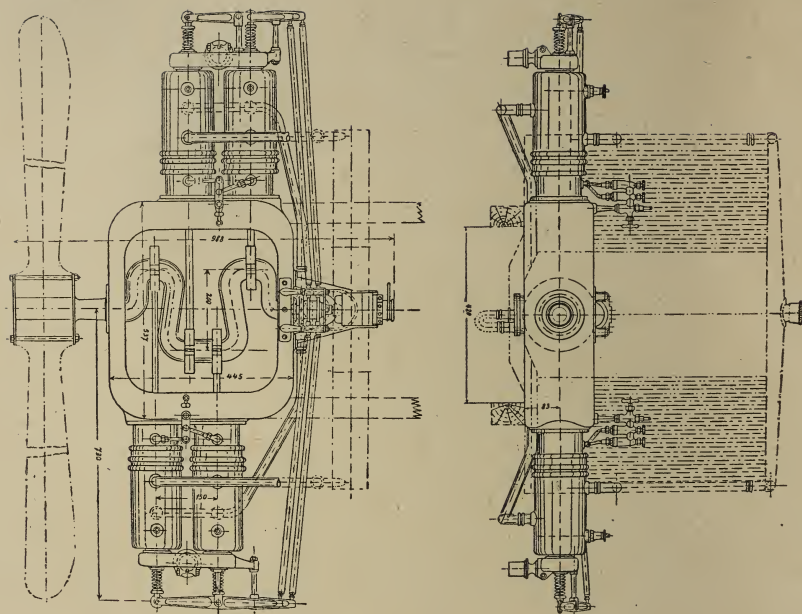


Fig. 121. 50 PS-Örlikon-Motor.

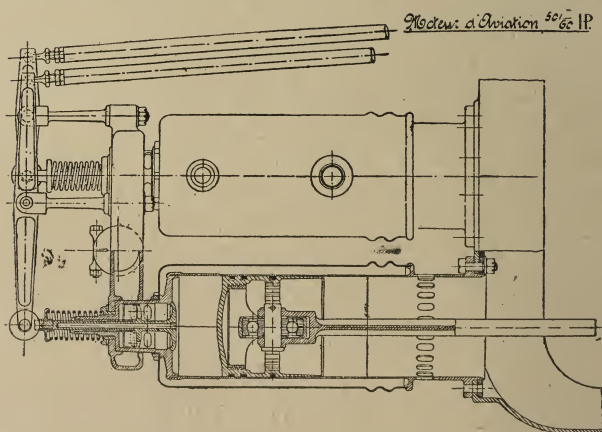


Fig. 122. Schnitt durch den Örlikon-Motor.

sicher zu Anständen geführt. Das Kurbelgehäuse ist nämlich im Gegensatz zu allen andern Motoren offen, so daß die Kühlluft an die Kolben und das Zylinderinnere gelangen kann. Natürlich ist hierdurch die Ölung erschwert, und das Eindringen von Staub muß sorgfältig vermieden werden.

Der Motor ist sehr langhübig, erzielt also seine Leistung schon bei geringerer Umlaufzahl. Seine Bohrung beträgt 100 mm, der Hub 200 mm. Bei 1000—1200 minutlichen Umdrehungen leistet er 50—60 PS. Das Gewicht des betriebsfertigen Motors beträgt 80 kg.

Der Örlikon-Motor ist während des Krieges nicht weiter entwickelt worden.

### **Der Flugmotor der Österreichischen Industriewerke G. m. b. H. (Werner & Pfleiderer).**

Der Werner-Pfleiderer-Motor ist von Otto Hieronimus konstruiert. Er zeichnet sich dadurch aus, daß sämtliche

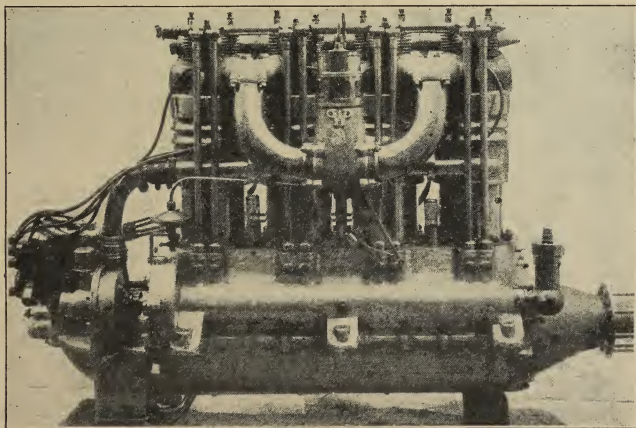


Fig. 123. 95 PS-Vierzylinder-W. & P.-Motor. Vergaserseite.

hochbeanspruchten Teile des Motors, wie Kurbelachse, Pleuelstange, Zylinder, Kolben, Nockenwelle, Ventilgestänge,

Ventile, Zahnräder usw. aus Chromnickelvanadiumstählen von höchster Festigkeit und ausreichender Dehnung hergestellt sind.

So z. B. sind die Pleuelstangen im vollen Klotz geschmiedet und dann bis auf 2 mm Wandstärke ausgefräst. Die Kolben werden aus einem Stahlpreßstück von 13,5 kg auf 1,5 kg Reingewicht herausgeschroppt und die Zylinder aus einem auf der Schmiedepresse erzeugten Stahlblock im

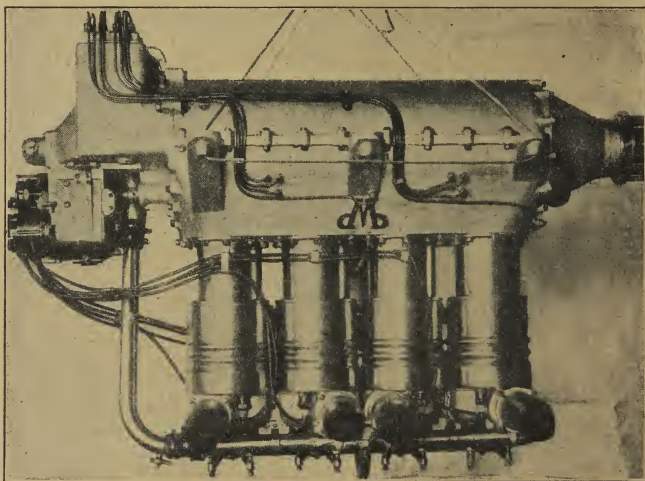


Fig. 124. 95 PS-Vierzylinder-W. & P.-Motor. Hängende Bauart.

Rohgewichte von 35 kg auf ein Reingewicht von  $31\frac{1}{2}$  kg ausgehöhlt. Um für die Kühlmäntel und Wasserleitungen ein allen Witterungsverhältnissen trotzendes Material von hoher Festigkeit und Zähigkeit zu besitzen, wurde hierfür Reinnickel gewählt, und so sind die Kühlmäntel nach Art der Patronenhülsen aus diesem Material nahtlos gezogen und die Wasserleitungsrohre nahtlos geschweißt.

Die Kurbelwelle ist, um Schwingungen zu vermeiden, fünffach gelagert und in den Zapfendurchmessern derart groß bemessen, daß das für das Gesamtgefüge des Motors



so schädliche Durchfedern der Kurbelwelle im Drehsinne nicht auftreten kann. Die fünf Kurbelwellen- und vier Pleuelstangenlager sind in üblicher Weise als Bronzelager ausgeführt, die mit Weißmetall ausgefüttert sind. Das Kurbelgehäuseunterteil ist nur als Ölbehälter ausgeführt.

Für jede wichtige Schmierstelle arbeitet eine besondere Ölpumpe, und zwar besitzt jede Pumpe einen eigenen Steuerkolben. Der Ölverbrauch ist hierdurch besonders gering.

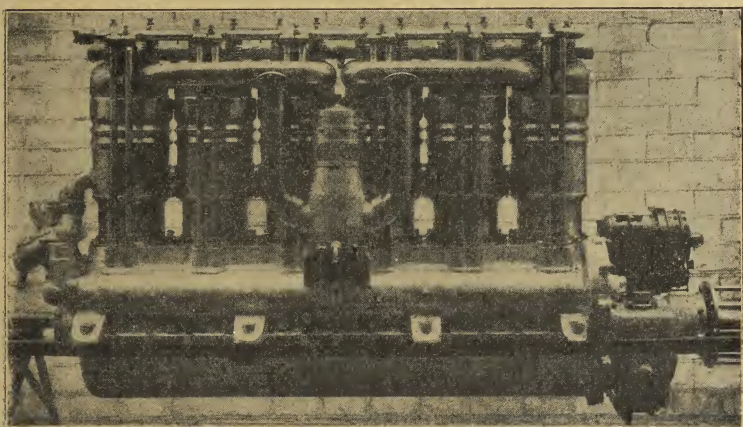


Fig. 125. 140 PS-Sechszylinder-W. & P.-Motor. Vergaserseite.

Dieses Pumpensystem ist im Motorgehäuse eingebaut und wird durch ein Zahnrad von der Kurbelachse angetrieben.

Die Zündung des Motors ist die bekannte Bosch-Zündung, und zwar werden in jedem Zylinder zwei Zündkerzen betätigt. Der Magnetapparat wird mittels Zahnrades von der Kurbelachse angetrieben und ist mit einem Anlaßmagneten verbunden.

Der Vergaser des Motors, Patent Schiske, ermöglicht, den Motor auf dem Stand auf 200—250 Umdrehungen regelmäßigen Laufes zu drosseln, er kann daher in gedrosselter Stellung leicht vom Führer selbst ohne fremde Hilfe in Betrieb gesetzt werden, und man hat Zeit genug, dann auf

den Sitz zu steigen. Sowohl der Vergaserkörper, als auch die Saugrohre sind doppelwandig und können mittels der Auspuffgase angewärmt werden, so daß selbst bei kaltem Wetter und starkem Nebel eine Vereisung des Vergasers und ein Aussetzen des Motors nicht zu befürchten ist.

Durch eine Drosselklappe kann die Heizung der Witterung entsprechend beliebig geregelt werden. Ein weiterer Vorteil dieses Vergasers ist, daß er durch Rückschläge, die durch Benzinmangel oder andere Ursachen entstehen, nicht in Brand geraten kann, da sich in diesem Falle sofort selbsttätig die Düse schließt, und der weitere Austritt des Brennstoffs so lange unterbleibt, bis der Motor seine normale Saugtätigkeit wieder fortsetzt.

Um dem Motor das Benzin unter gleichem Druck zuzuführen, ist in üblicher Weise eine kleine, von der Steuerwelle angetriebene Luftpumpe vorhanden, so daß auch bei langen Gleitflügen ein gleichmäßiger Luftdruck in dem Benzinbehälter verbleibt.

Es wurden folgende Arten dieses Flugmotors erzeugt:

Vierzylinder 90—95 PS, 145 kg schwer, mit 26 kg Benzinverbrauch und 1,4 kg Ölverbrauch in der Stunde (Fig. 123 u. 124).

Sechszylinder 140—150 PS, 195 kg schwer, mit 40 kg Benzinverbrauch und 2,2 kg Ölverbrauch in der Stunde (Fig. 125).

Achtzylinder 200—220 PS, 250 kg schwer, mit 58 kg Benzinverbrauch und 3 kg Ölverbrauch in der Stunde.

### **Zweitaktmotor Roberts.**

Fig. 126 zeigt einen vierzylindrigen amerikanischen Zweitaktmotor, dessen Besonderheit darin besteht, daß seine Zylinder aus einer Aluminiumlegierung bestehen. Das Gas wird durch einen längs der Zylinderreihe liegenden Drehschieber gesteuert. Die Kröpfung der Kurbelwelle ist aus der Fig. 127 ersichtlich. Sie wiegt für den 50 PS-Motor bei einer Länge von etwa 1 m nur 8 kg. Der Massenausgleich

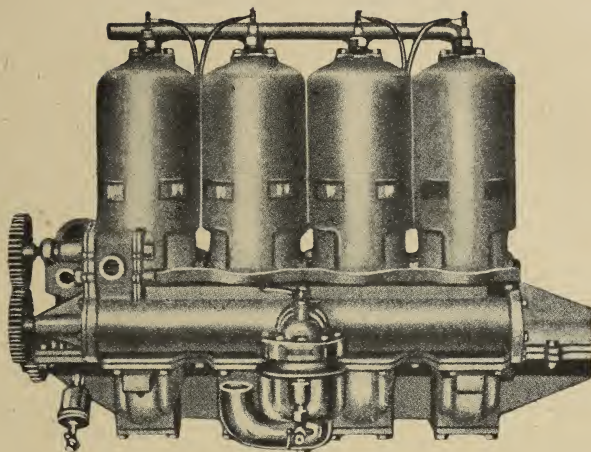


Fig. 126. 50 PS-Zweitakt-Motor Roberts.

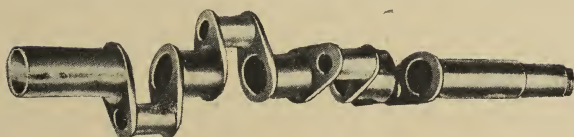


Fig. 127. Kröpfung der Kurbelwelle.

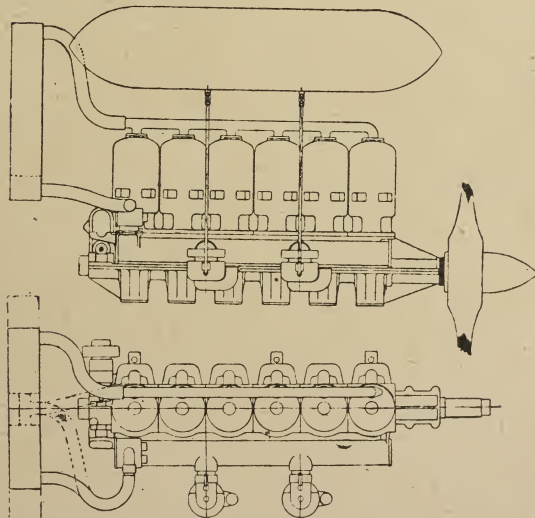


Fig. 128. 125 PS-Zweitakt-Motor Roberts.

ist bei dieser Art der Kröpfung, die der gleichmäßigen Zündfolge wegen gewählt ist, nur unvollkommen. Die geschickte Art der Wasserführung ohne Rohrleitungen ist aus der Abbildung ersichtlich. Im übrigen ist in die Gasleitung an der Überströmstelle ein Drahtnetz eingeschaltet, um Rückschläge in das Kurbelgehäuse zu vermeiden.

Der Vierzylinder leistet 50 PS bei 1100 Umdrehungen und wiegt 70 kg. Er kostete 6800 M. Der Sechszylinder von 75 PS wiegt 100 kg und kostete 9650 M. Der 125 PS-Sechszylinder wiegt 180 kg und kostete 13500 M. (Fig. 128).

### **Rheinische Aerowerke G. m. b. H., Euskirchen.**

Die Firma baute zwei Arten wassergekühlter Motoren, einen 70 PS-Vierzylinder (Fig. 129) und einen 100 PS-Sechs-

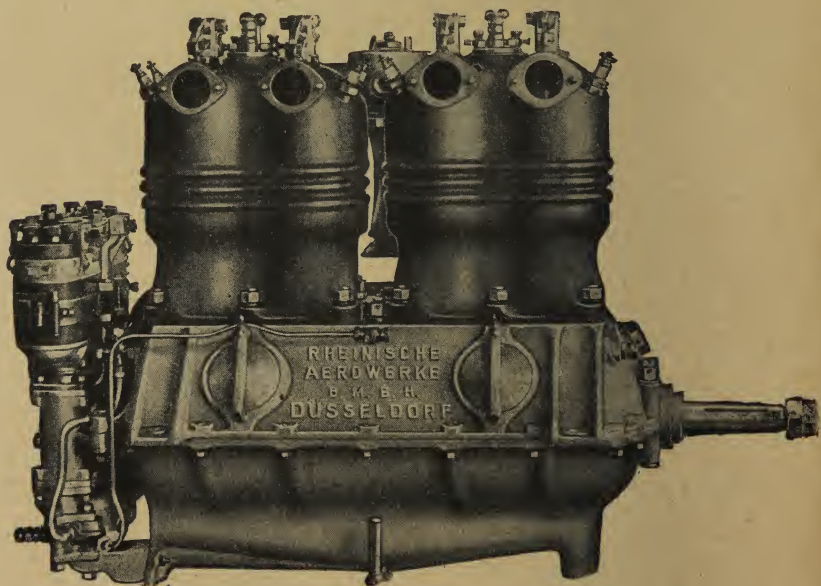


Fig. 129. 70 PS-Vierzylinder-Motor der Rheinischen Aerowerke.

zylinder (Fig. 130). Die Bohrung beträgt bei beiden Motoren 120 mm und der Hub 140 mm. Die Zylinderachsen



sind gegen die Kurbelwelle versetzt. Die Kühlmäntel sind aufgeschweißt und reichen weit herunter. Die Ein- und Auslaß-

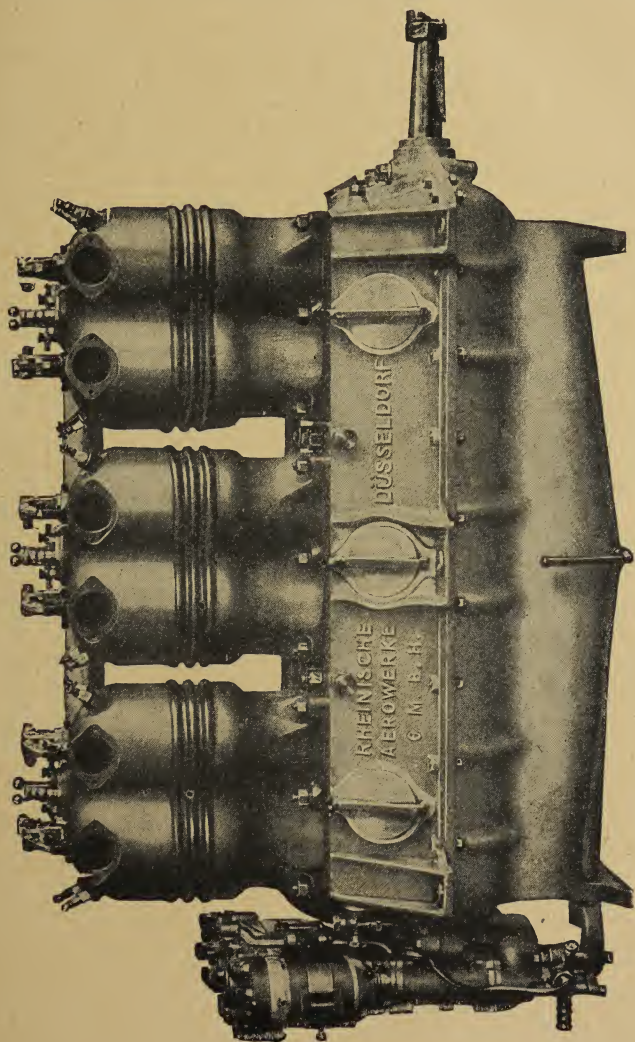


Fig. 130. 100 PS-Sechszylinder-Motor der Rheinischen Aerowerke.

ventile werden wie beim österreichischen Daimler durch einen gemeinsamen Schwinghebel und eine Stoßstange gesteuert.

Der Gehäuseunterteil ist als Ölbehälter ausgebildet, aus dem eine Pumpe durch ein Sieb das Öl den Lagerstellen zuführt. Außerdem drückt eine zweite Ölpumpe Frischöl den Hauptlagern zu und ersetzt dadurch den Ölverbrauch des Motors.

Die Zündung wird durch zwei öl- und wasserdicht gekapselte Bosch-Magnete mit getrenntem Antrieb bewirkt. Auch Leitungen und Kerzen sind natürlich bei beiden Magneten getrennt. Außerdem ist als Anlaßzündung ein Magnetinduktor angeordnet.

Der Vierzylindermotor leistet seine 70 PS bei 1250 bis 1300 minutlichen Umläufen. Er wiegt betriebsfertig 127 kg und kostete 7500 M.

Der Sechszylindermotor leistet 100 PS bei 1250 minutlichen Umläufen. Sein Betriebsgewicht beträgt 188 kg. Er kostete 11 000 M.

---

## Sternmotoren.

Wie im allgemeinen Teil des Buches bemerkt ist, führte das Bestreben, die Flugmotoren möglichst leicht zu bauen, dazu, die schwere Kurbelwelle und das Gehäuse dadurch besser auszunutzen, daß man mehrere Kolbenstangen an demselben Kurbelzapfen angreifen ließ. Hierzu muß man die Zylinder in einer Ebene senkrecht zur Kurbelwelle anordnen. Sind die Zylinder nicht gleichmäßig im Kreise verteilt, so bezeichnet man diese Sternmotoren als Fächermotoren oder auch als V-Motoren. Zu Anfang des Flugmotorenbaus war diese Maschinengattung, die viele Vorzüge aufweist, im Verhältnis noch häufiger vertreten als jetzt, wo bei Standmotoren der Reihenmotor überwiegt.

## Rapp-München.

Motoren von doppelter Leistung erhält man dadurch, daß man die normalen Zylinder in Acht- und Zwölfzylinder-

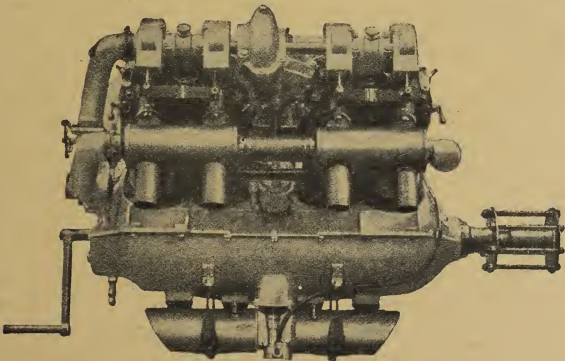


Fig. 131. 200 PS-Rapp-Motor.

der-V-Motoren verwendet. Der Massenausgleich ist erst beim Zwölfzylinder vollständig. Fig. 131 u. 132 zeigen den aus dem

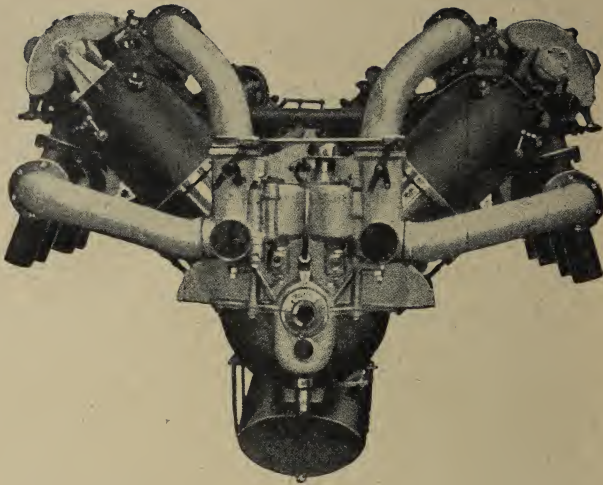


Fig. 132. 200 PS-Rapp-Motor.

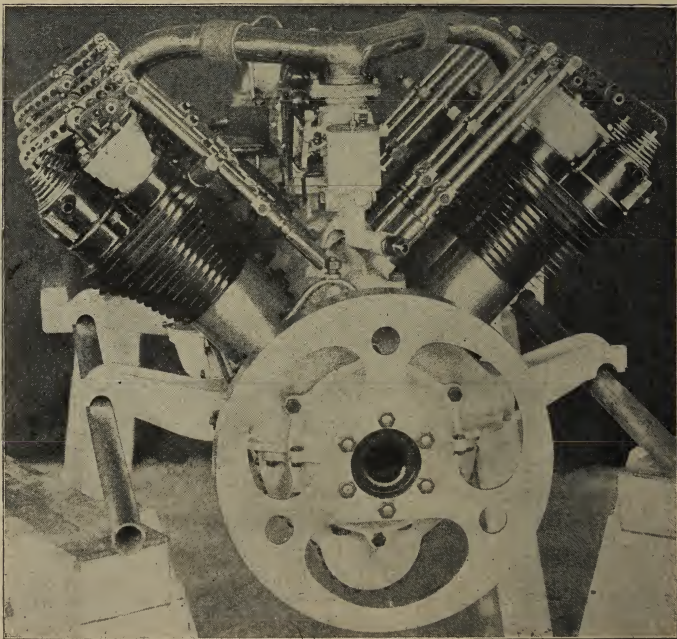


Fig. 133. 90 PS-Achtzylinder-Wolseley-Flugmotor.



100pferdigen entstandenen 200 PS-Rapp-Motor. Er hat 140 mm Bohrung und 160 mm Hub und wiegt 300 kg.

Der 300 PS-Zwölfzylinder besitzt die gleichen Zylinderabmessungen und wiegt 470 kg.

### **Wolseley-Flugmotoren.**

Die in England mehrfach verwandten Wolseley-Motoren zeichnen sich in der kleineren Ausführungsform dadurch aus, daß die Zylinderköpfe wassergekühlt sind, während die Zylinder selbst mit Kühlrippen versehen sind. Fig. 133 zeigt diesen Achtzylinder, der mit 95 mm Bohrung und 140 mm Hub bei 1800 minütl. Umläufen 75 PS, und bei 101,6 mm Bohrung und 140 mm Hub 90 PS leistet. Die

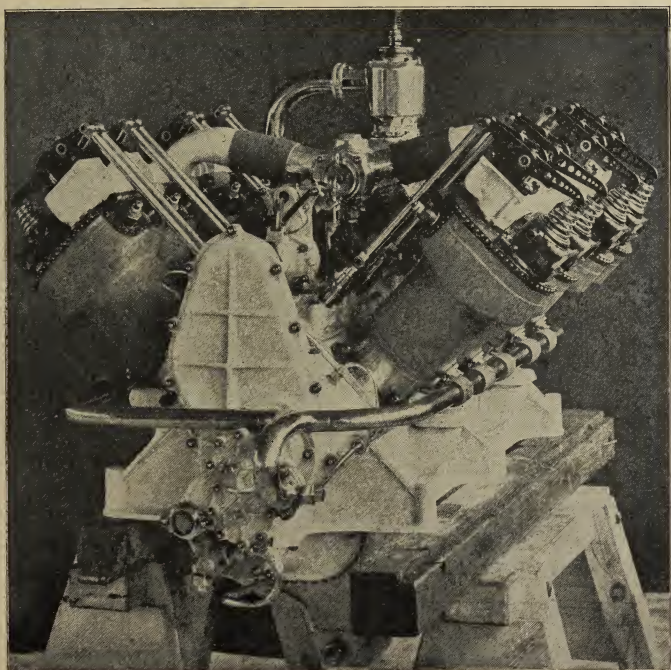


Fig. 134. 130 PS-Wolseley-Flugmotor.

erstere kostet 11 000 M. und wiegt 175 kg, die letztere 181 kg. Ist die Ausführung mit der kleineren Bohrung völlig wassergekühlt, so leistet sie auch 90 PS. Das Gewicht beträgt dann 184 kg.

Die größere Bauart, die Fig. 134 zeigt, hat 127 mm Bohrung, einen Hub von 178 mm und leistet 130 PS bei 1200 minütl. Umdrehungen. Das Gewicht beträgt 327 kg, der Preis 22 000 M. Die Kühlmäntel bestehen aus Kupferblech.

### **Clerget & Cie., Paris.**

Die Reihenmotoren dieser Firma sind auf S. 129 besprochen. Bei den 200 PS-Motoren werden die Zylinder

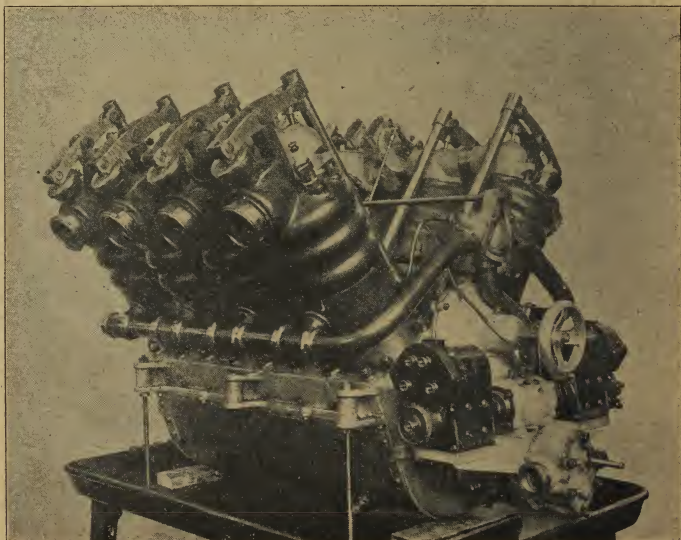


Fig. 135. 200 PS-Achtzylinder-Clerget-Motor.

V-förmig angeordnet, wodurch sich das Gewicht des 100 PS-Motors verhältnismäßig wenig erhöht. Fig. 135 zeigt den 200 PS-Clerget. Er hat 140 mm Bohrung und 160 mm Hub. Eine im Scheitel des Winkels, den die beiden Zylinderreihen bilden, angeordnete Nockenwelle bedient die Ventile in der

schon bei den Vierzylindern erläuterten Weise. Das in der Abbildung sichtbare Handrad dient dazu, die Nockenwelle zu verschieben, um Ein- und Auslaßzeit zwecks Regelung der Umlaufzahl zu verändern. Die beiden Magnete bedienen je eine Zylinderreihe, wie auch jede ihren unabhängigen Vergaser besitzt, wodurch man eine dieser Gruppen gänzlich ausschalten kann.

Das Gewicht des 200 PS-Motors beträgt 220 kg, das des Kühlwassers beläuft sich auf 30 kg, wozu noch ein Kühlergewicht von 25 kg kommt. Der Motor kostet 32 000 Fr.

### „Fiat“-V-Motoren.

Die Vierzylinder dieser Fabrik sind auf S. 113 besprochen. Die Achtzylindermotoren besitzen V-Stellung der Zylinder.

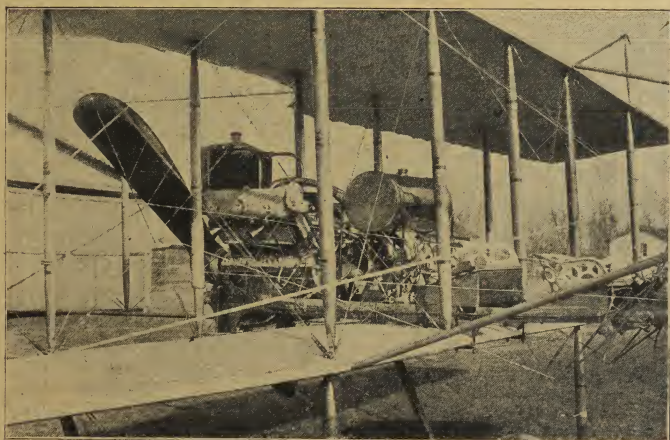


Fig. 136. 80 PS-Achtzylinder-Fiat-Motor in einen Farman-Doppeldecker eingebaut.

Im übrigen sind sie, was die Bedienung und Anordnung der Ventile, die Ausbildung der Wassermäntel anlangt usw., wie die Vierzylinder derselben Fabrik gebaut. Fig. 136 zeigt einen in einen Farman-Doppeldecker eingebauten 80 PS-Achtzylinder „Fiat“.



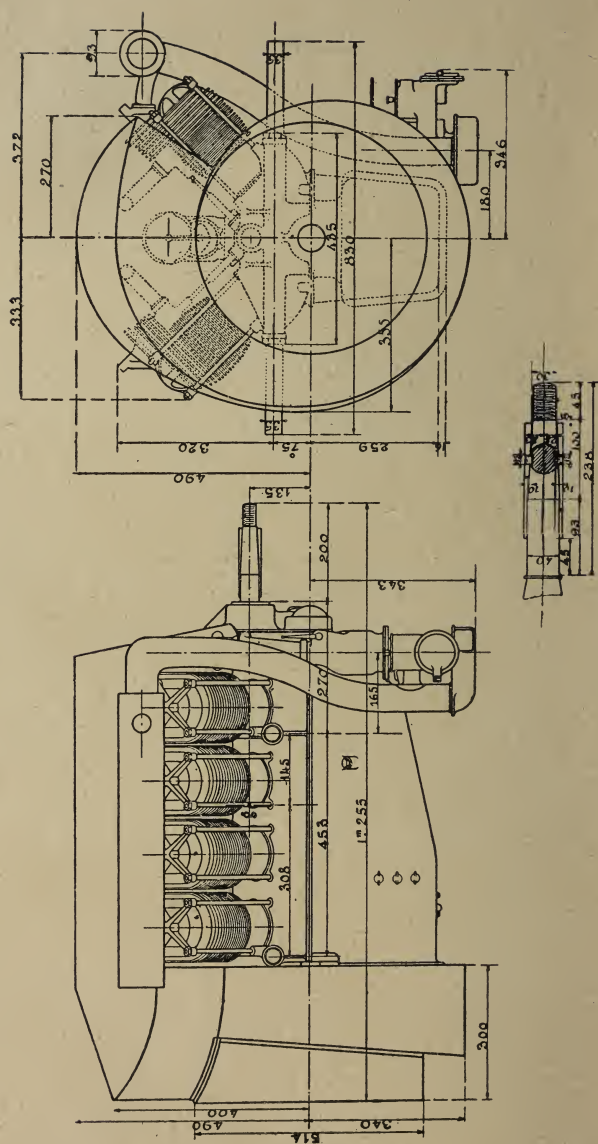


Fig. 137. 70 PS-Vierzylinder-Renault-Motor.



### Renault-Flugmotoren.

Der Renault-Motor ist unter den V-Motoren einer der erfolgreichsten auch im Kriege gewesen. Er ist der einzige mit luftgekühlten Zylindern, der einen künstlichen Luftstrom zur Kühlung erzeugt. Fig. 137 zeigt den 70 PS-Motor, Fig. 138 und 139 den 100 PS-Motor. Die Nockenwelle liegt zwischen den Zylinderreihen am höchsten Punkt des Gehäuses und ist so kräftig ausgeführt, daß sie die Luftschraube trägt. Da diese also nur mit der halben Umlaufzahl der Kurbelwelle, mit 900 minutlichen Um-

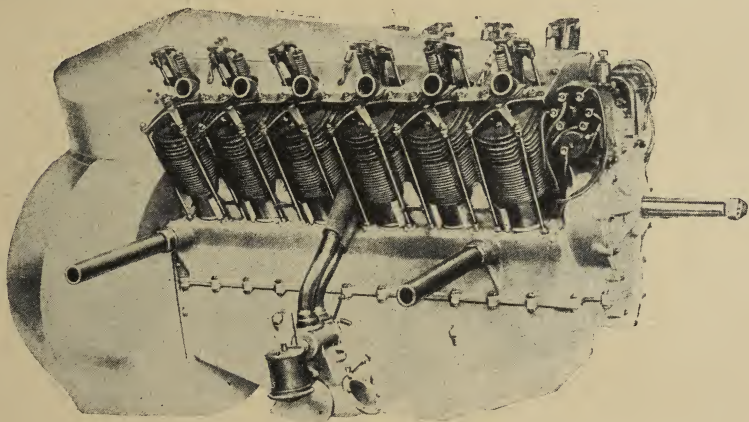


Fig. 138. 100 PS-Zwölfzylinder-Renault-Motor.

drehungen läuft, ist ihr Wirkungsgrad günstiger. Andererseits wird der Motor durch seine hohe Umlaufzahl gut ausgenutzt. Der Luftstrom für die Kühlung wird durch einen Zentrifugalventilator erzeugt, der auf der Kurbelwelle sitzt. Er drückt die Luft in den Raum zwischen die von einem dünnen Blechmantel umkleideten Zylinderreihen, von wo sie seitlich zwischen den Zylindern hindurch entweicht. Die Kühlung ist völlig ausreichend. Im übrigen gehören die Renault-Motoren zwar zu den betriebssicheren, aber keineswegs zu den leichtesten Flugmotoren, wie auch aus der

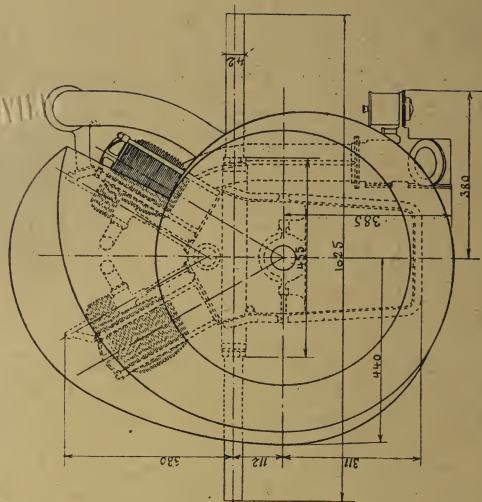
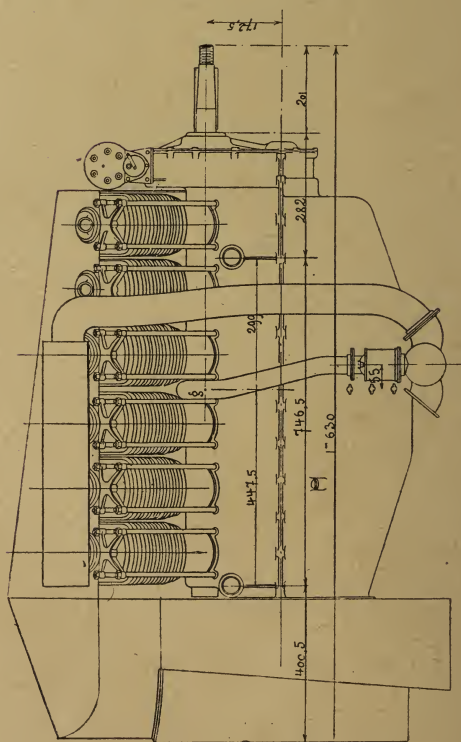


Fig. 139. 100 PS-Zwölfzylinder-Renault-Motor.

folgenden Übersicht hervorgeht. Zu berücksichtigen ist indes, daß das Gewicht der Kühleinrichtung mit einbegriffen ist.

Leistung . . . . . PS	50	70	100
Zylinderanzahl . . . . .	8	8	12
Bohrung . . . . . mm	90	96	96
Hub . . . . . „	120	120	140
Minutl. Umlaufzahl der Kurbel . .	1800	1800	1800
Minutl. Umlaufzahl der Schraube .	900	900	900
Gewicht . . . . . kg	170	180	290
Preis . . . . . Fr.	10 500	12 000	17 000

### Hispano-Suiza.

Der Achtzylinder-Hispano-Suiza ist der Motor des schnellen und steigfähigen Spadflugzeugs. Er wurde zuerst ohne, dann nur mit Getriebe verschiedener Abmessungen gebaut. Bei 120 mm Bohrung und 130 mm Hub leistet der Motor 140 PS bei 1400 und 200 PS bei 2000 minutlichen Umdrehungen. Fig. 17 zeigt die Leistungskurven einiger erbeuteter Motoren. Man erkennt, daß der Leistungsabfall erst nach 2000 Umläufen merklich wird.

Fig. 140 u. 141 zeigen den V-Motor, dessen Zylinderblöcke aus Aluminium gegossen sind. Die Laufflächen bestehen aus Stahl und sind in die Blöcke mit Feingewinde eingeschraubt. Die Kolben bestehen auch aus Aluminium. Die Ölpumpe sitzt über der Wasserpumpe und ist eine Schleifkolbenpumpe. Die Nockenwelle liegt über dem Zylinderblock, und die Nocken betätigen die Ventile unmittelbar ohne Stößel.

Die Hispano-Suiza-Motoren wurden anfänglich ausschließlich mit Zenithvergaseren, später auch mit Claudel-Vergasern ausgerüstet. Fig. 141b zeigt den neuesten Claudel-Vergaser, mit dem der mit Getriebe versehene Motor auf 220 PS kommen soll. Im Gegensatz zu dem früheren nach seinem Schildchen nur 200 PS liefernden Claudel-Vergaser, hat die

Luftdüse dieser Ausführung einen lichten Querschnitt von 12,06 qcm, gegen 9,42 qcm. Die hierbei auftretende Sauggeschwindigkeit ergibt bei einem ideellen volumetrischen Wirkungsgrad  $= 1$ , einer Zylinderbohrung von 120 mm, einem Hub von 130 mm und  $n = 2000$  eine Sauggeschwindigkeit von 103,92 m/sek in der kleinen und 81,14 m/sek in der größeren Luftdüse. Der Füllungsgrad ist daher als

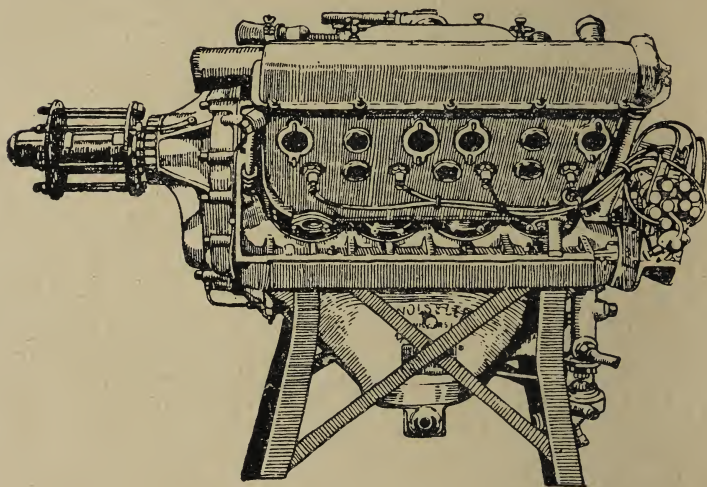


Fig. 140. Achtzylinder-Hispano-Suiza-Motor.

wesentlich günstiger anzunehmen, so daß die Leistungssteigerung von 200 auf 220 PS wohl erklärlich erscheint, um so mehr, als auch die Verdichtung von 4,65 auf 5,0 bis 5,45 Atm. bei den neueren Motoren erhöht worden ist.

Die Wirkungsweise des auf Fig. 141b dargestellten Claudel-Vergasers ist ähnlich der des Zenith-Vergasers. Er regelt den Brennstoffzulauf mittels sogenannter Bremsluft. Das enge Mittelrohr der Düse dient dem Leerlauf und wirkt nur bei starkem Unterdruck. Im Vollauf tritt der Brennstoff aus den 8 schrägen oberen 4 mm-Löchern aus. Bei hoher Drehzahl sinkt der Flüssigkeitsspiegel in dem Ringraum um



den durchlöchernten Mantel, der die enge Mitteldüse umgibt, es tritt Luft durch die Löcher zum Brennstoff und ver-

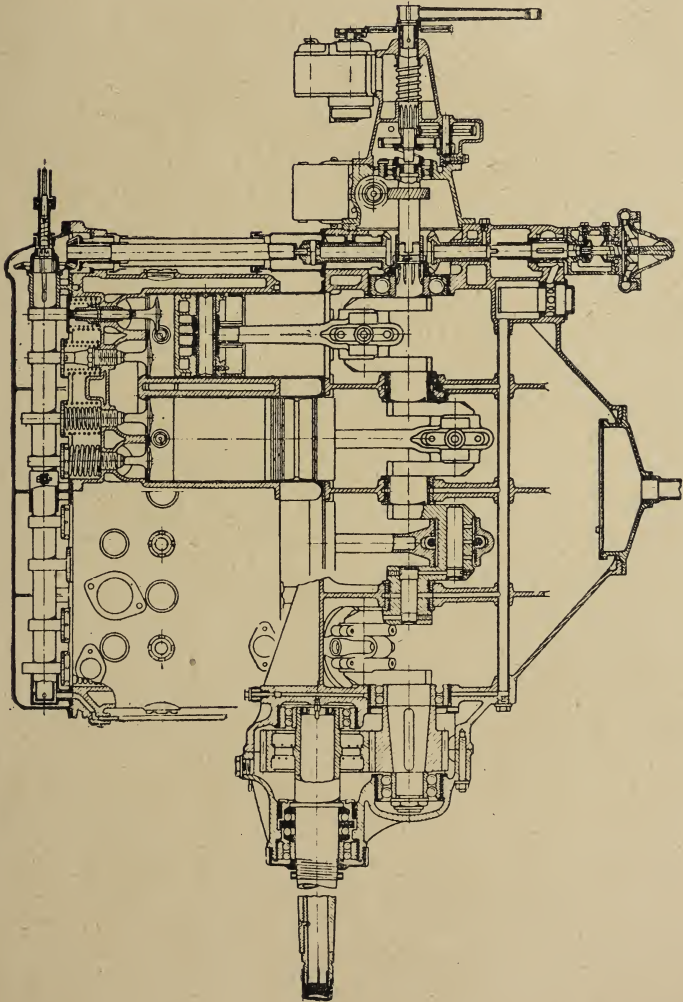


Fig. 141 a. Achtzylinder-Hispano-Suiza-Motor. Schnitt.

mindert so seine Menge, wodurch die Gefahr zu reichen Gemisches vermieden wird.

Die Höhenreglung des Motors erfolgt durch den Luftdrosselkegel K, der bei Flügen am Boden nach oben und

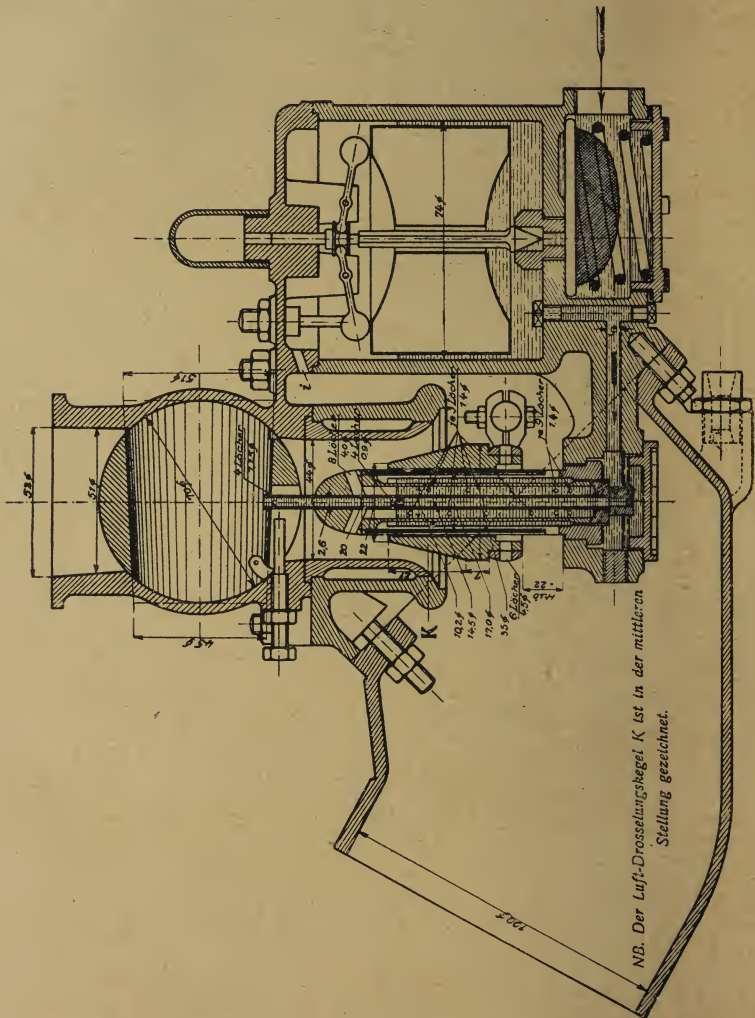


Fig. 141 b. Claude-Vergaser zum Hispano-Sulza. 220 PS.

mit zunehmender Höhe nach unten verstellt wird. Dann macht sich die größere Saugwirkung des Motors auch in

der Vorkammer der Düse bemerkbar, die sich durch eine auch sonst bekannte Bohrung *i* dem Schwimmergehäuse-raum mitteilt, wodurch ein geringerer, dem verminderten angesogenen Luftgewicht angemessener Brennstoffaustritt erreicht werden soll.

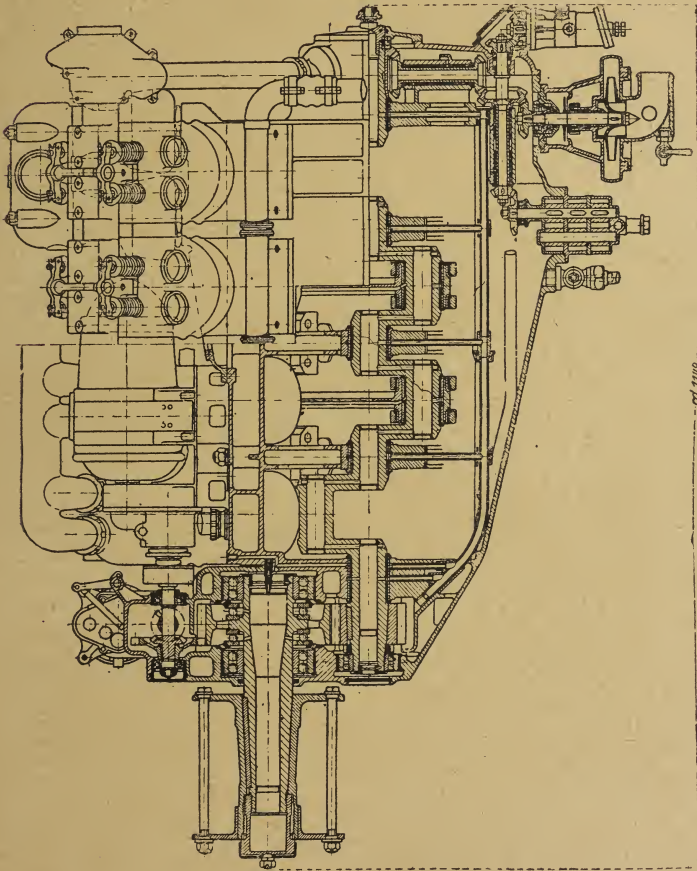


Fig. 142. Achtzylinder-V-Schnellläufer von Gebr. Körting.

**Gebr. Körting.**

Der Schnellläufer der Gebr. Körting ist auf Fig. 142 bis 143 dargestellt. Er hat 110 mm Bohrung, 140 mm Hub und leistet

bei 2150 minutlichen Umläufen 185—195 PS. Er wiegt einschließlich Wasser und Öl 252 kg. Die Kurbeln umfassen einander ähnlich wie beim Hispano-Suiza.

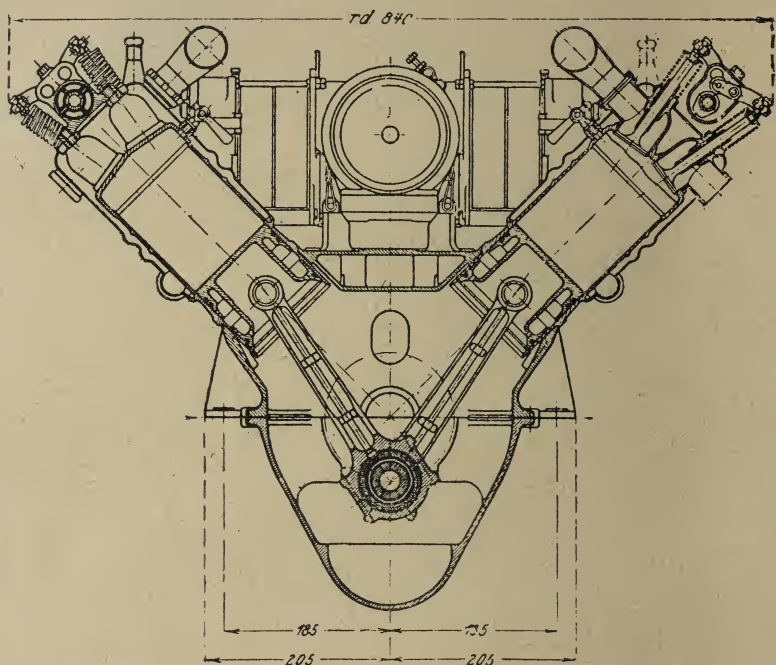


Fig. 143. Achtzylinder-V-Schnelläufer von Gebr. Körting. Querschnitt.

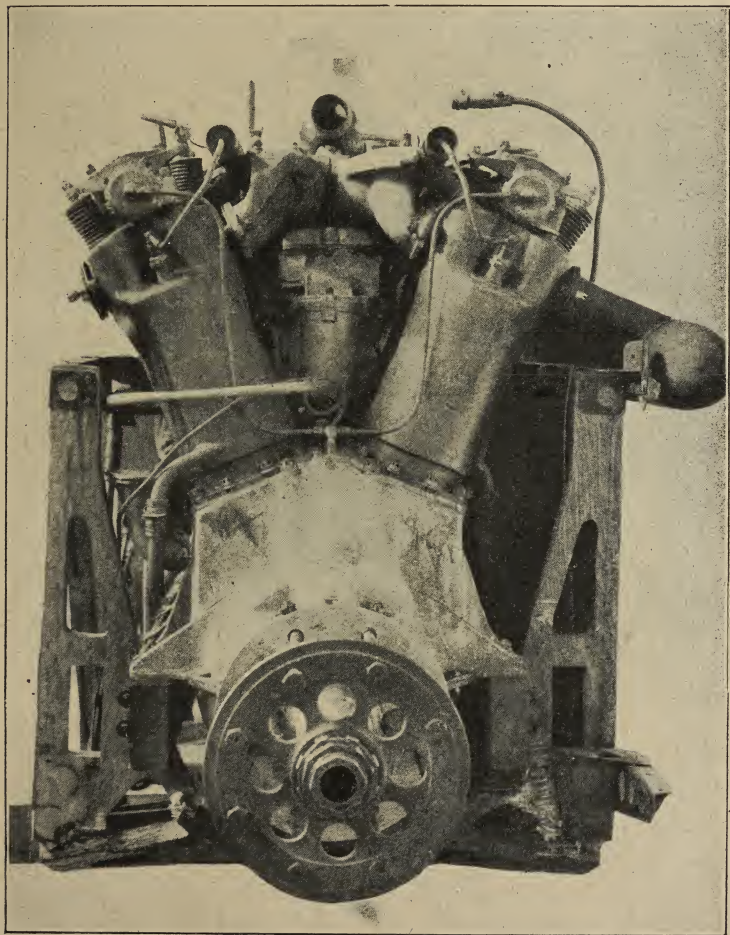
### Adlerwerke.

Beim Schnelläufer der Adler-Werke stehen die Zylinder nicht V-förmig, sondern der Achtzylinder besteht aus zwei dicht nebeneinander stehenden Vierzylindern. Die beiden Kurbelwellen arbeiten auf ein zwischen ihnen liegendes Stirnrad. Jeder Zahn überträgt also nur die halbe Motorleistung. Die beiden Kurbelwellen bedeuten keine wesentliche Gewichtsvermehrung. Sie wiegen zusammen nur 24 kg gegen 21 kg der Hispano-Suiza-Welle. Der Motor läuft sehr ruhig und leistet bei  $n = 2000$ —2100 der Kurbelwelle, und 1050 bis 1150 der Schraubenwelle an dieser 225 PS.



### Amerikanischer Freiheits-(Liberty)-Motor.

Nach dem Eintritt der Amerikaner in den großen Krieg gingen sie daran, einen eigenen Flugmotor zu bauen. Die



[Fig. 144 a. Freiheits-Motor.]

Konstruktion ging aus den Erfahrungen der Packard Motor Car Comp. und der Firma Hall-Scott hervor. Der Freiheits-

motor ist ein Zwölfzylinder-V-Motor ohne Untersetzungsgetriebe. Die Zylinderreihen stehen unter  $45^{\circ}$  gegeneinander, um den Motor schmal zu halten. Die Ventile, je ein Ein- und

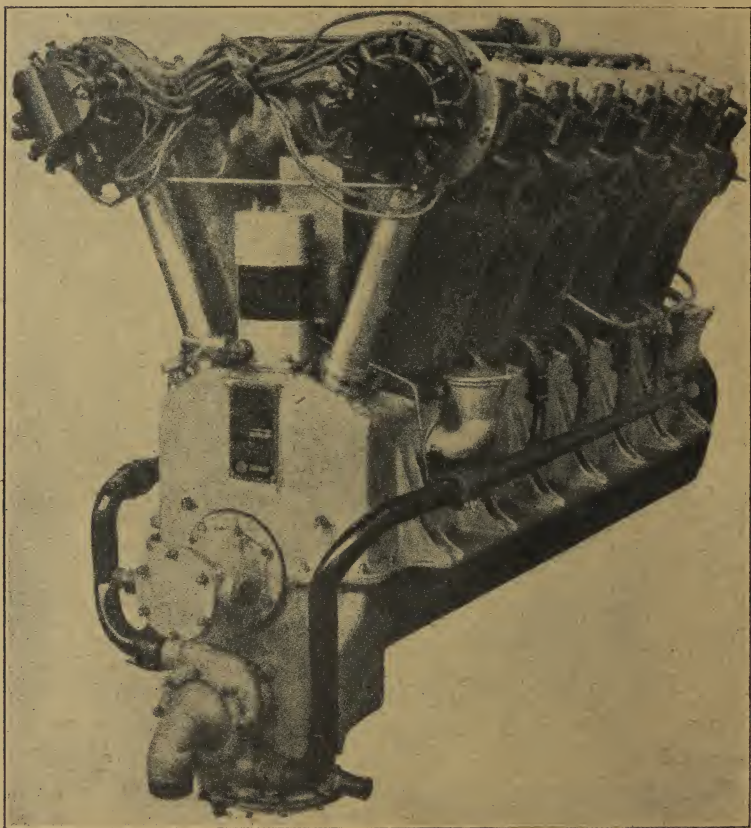


Fig. 144 b. Freiheits-Motor.

Auslaßventil, werden durch eine über den Zylinderreihen liegende Nockenwelle gesteuert nach dem Vorbilde des Mercedes-Motors, an den viele Einzelheiten erinnern. Die Bohrung beträgt 127 mm, der Hub 178 mm. Bei 1550 minut-

lichen Umläufen leistet er 381, bei 1650 minutlichen Umläufen 400 PS. Ohne Öl und Wasser wiegt er 375 kg, mit Wasser 396 kg, also 0,99 kg/PS. Er stellt eine sehr beachtenswerte Ingenieurleistung dar. Fig. 144 bis 145 lassen die Konstruktion deutlich erkennen.

Beachtenswert erscheint u. a. die Zündung. Wegen der großen Anzahl Zylinder mit der unregelmäßigen Zündfolge von abwechselnd  $45^{\circ}$  und  $75^{\circ}$  (statt  $60^{\circ}$  bei unter  $60^{\circ}$  stehenden Zylindern) sind keine Zündmagnete verwandt, sondern ein Dynamo mit Batterie und Spule. Der Unterbrecher, der in bekannter Weise den Induktionsstoß erzeugt, ist je mit drei parallel geschalteten Kontakten versehen. Der zuerst arbeitet, hat noch einen Widerstand vorgeschaltet. Er hat den Zweck, beim Stromschluß die

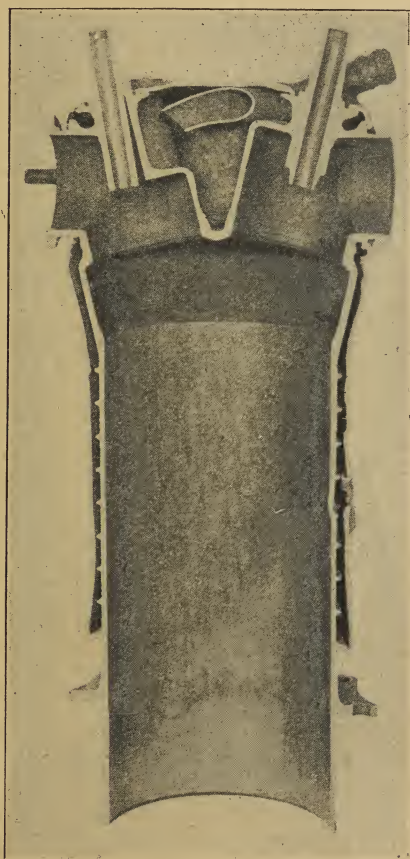


Fig. 145. Schnitt durch einen Zylinder des Freiheits-Motors.

Spannung des Schließungsstromes niedrig zu halten. Wie vorteilhaft der Ersatz der Zündmagnete ist, erkennt man daraus, daß die Magnetzündung des in der Leistung ziemlich gleichen Rolls-Royce-Motors 47,88 kg wiegt, gegen-



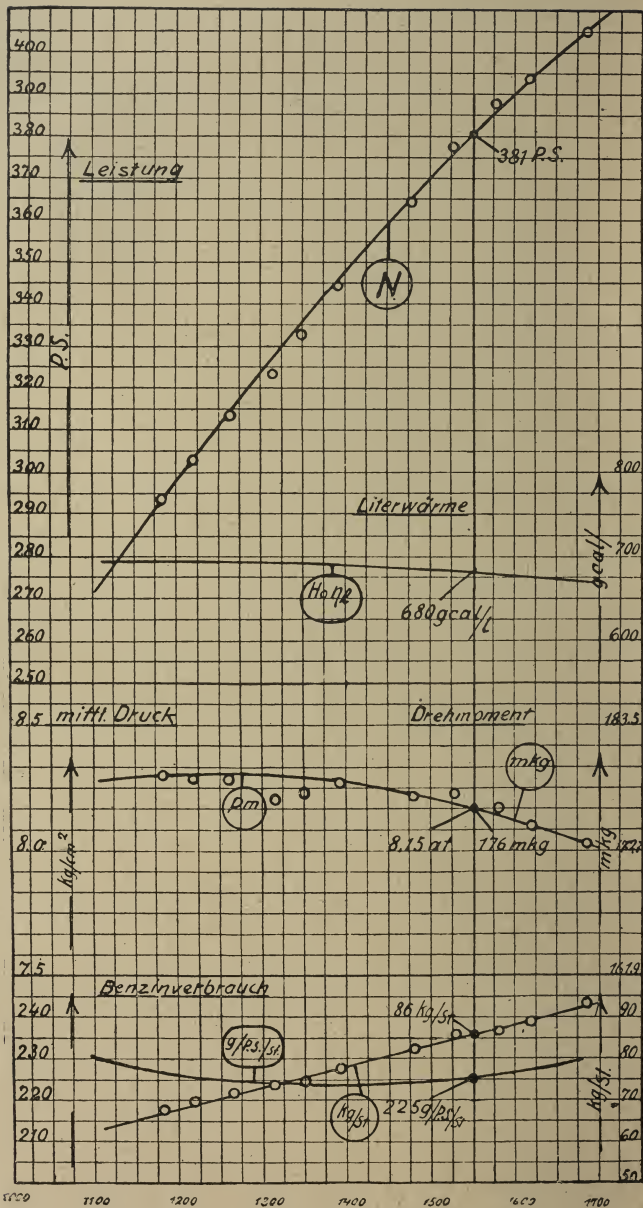


Fig. 146. Prüfungsergebnisse.



über 24,78 der gesamten Zündeinrichtung des Liberty-Motors.

Die in der Flugzeugmeisterei festgestellte Leistungskurve des Liberty-Motors gibt Fig. 148. Der sehr geringe Leistungsabfall bei den hohen Drehzahlen ist eine Folge der verhältnismäßig recht großen Ventilquerschnitte von 69,4 mm im Lichten. Bei Verwendung eines Untersetzungsgetriebes, das bei der hohen Motorleistung durchaus erforderlich ist, könnte demnach die Leistung des Motors bedeutend, auf mindestens 500 PS, gesteigert werden.

Die an einem Beutemotor festgestellten Teilgewichte gibt folgende Zusammenstellung:

Gehäuse-Unterteil . . . . .	32,08 kg
„ -Oberteil . . . . .	38,00 „
Lagerschalen . . . . .	3,50 „
Kurbelwelle mit Kegelrad . . . . .	46,80 „
12 Zylinder . . . . .	94,68 „
12 vollständige Kolben . . . . .	25,92 „
6 Pleuelstangenpaare . . . . .	23,37 „
2 vollständige Nockenwellen . . . . .	32,00 „
2 vollständige Schrägwellen . . . . .	6,15 „
1 lange vollständige Zwischenwelle . . . . .	2,24 „
1 kurze vollständige Zwischenwelle . . . . .	1,11 „
2 vollständige Vergaser . . . . .	8,50 „
4 vollständige Gasverteilungsrohre . . . . .	10,26 „
4 vollständige Luftrohre mit Krümmer . . . . .	10,26 „
1 Zünddynamo . . . . .	5,50 „
2 Unterbrecher- und Verteilerscheiben mit Zündspulen . . . . .	4,87 „
24 Zündkerzen . . . . .	2,80 „
1 Kabelrohr mit Kabeln . . . . .	4,12 „
24 vollständige Ventile . . . . .	6,18 „
1 vollständige Wasserpumpe . . . . .	2,92 „
1 vollständige Ölpumpe . . . . .	3,37 „
	<hr/>
	358,83 kg

	358,83 kg
1 Maschinengewehr-Steuerung . . . . .	2,80 „
2 Gehäuse-Entlüftungstrichter . . . . .	0,82 „
1 Wasserabflußrohr mit Flanschen . . . . .	1,40 „
2 Wasserzuflußrohre . . . . .	2,84 „
50 kleine und 4 große Gehäuseflanschschrauben .	1,14 „
Zylinderbefestigungsmuttern . . . . .	0,83 „
Verschiedene andere Schrauben usw., sowie Zünd- batterien . . . . .	6,74 „
Gesamtgewicht ohne Wasser u. Luftschraubennabe	375,40 kg
(Mit Wasser ~ 21 kg höher.)	

### Anzani-Motoren.

Der Weltruf der Anzani-Flugmotoren stammt von dem Kanalflyg Blériots mit einem solchen Motor. Die ersten Anzani-Motoren waren Dreizylinder mit Hilfsauspuff am Hubende des Kolbens. Die hin und her gehenden Massen waren durch schwere Gegengewichte einigermaßen ausgeglichen. Diese großen Gewichte sind bei den Typen der Anzani-Motoren erforderlich, bei denen die Zylinder in nur einer Ebene liegen und die Kurbel nur einmal gekröpft ist. Außer dieser Art baut Anzani eine Gruppe Motoren mit doppelt gekröpfter Kurbel, bei denen die Zylinder in zwei Ebenen liegen, ohne die schweren Gegengewichte. Alle Anzani-Motoren sind jetzt luftgekühlt und mit ungesteuerten Einlaßventilen versehen. Die Kurbelwelle ist auf Kugeln gelagert.

Fig. 147 u. 148 zeigen den gewöhnlichen 30 PS-Motor mit einmal gekröpfter Kurbel, während der 30 PS-Stern-Motor mit doppelt gekröpfter Kurbel durch Fig. 149—152 veranschaulicht wird.

Eine Verdopplung dieses Motors, auch mit zweimal gekröpfter Kurbel, ist der Sechszylinder der Fig. 153. Er leistet 50—60 PS.

Der größte Anzani-Motor von 200 PS ist in Fig. 154 dar-

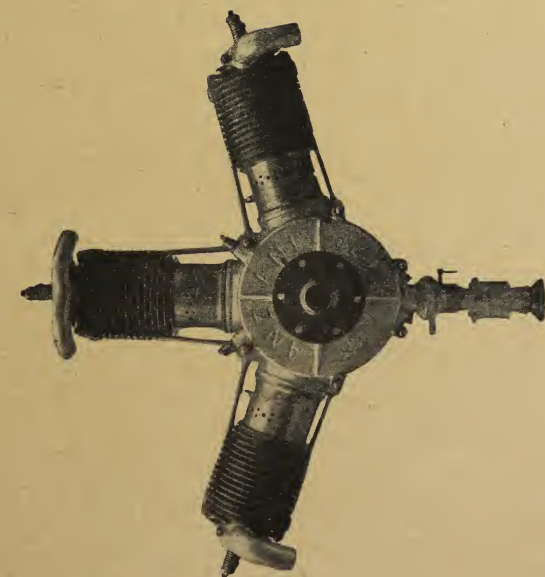


Fig. 147. 30 PS-Dreizylinder-Anzani-Motor. Auslaßseite.

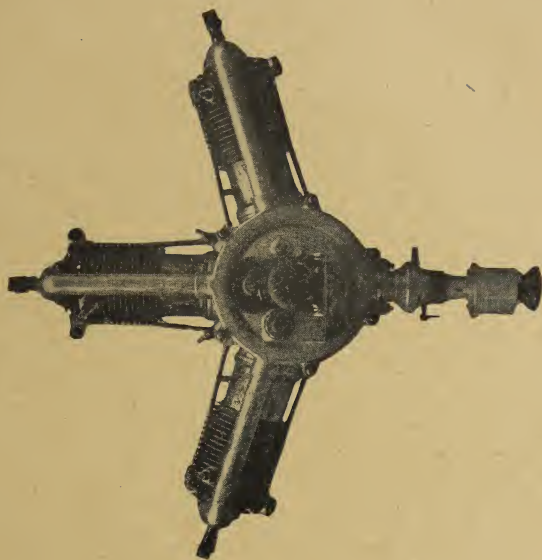


Fig 148. 30 PS-Dreizylinder-Anzani-Motor. Saugseite.

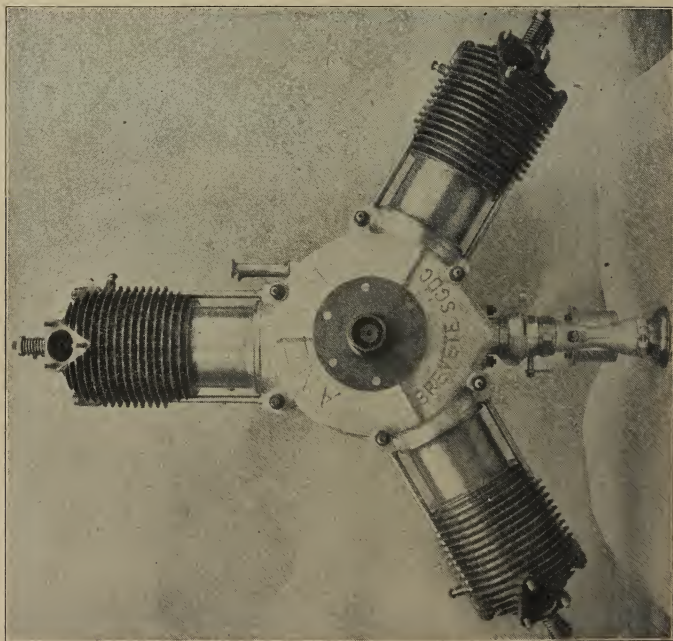


Fig. 149. 30 PS-Dreizylinder-Anzani-Motor. (Y.) Auslaßseite.

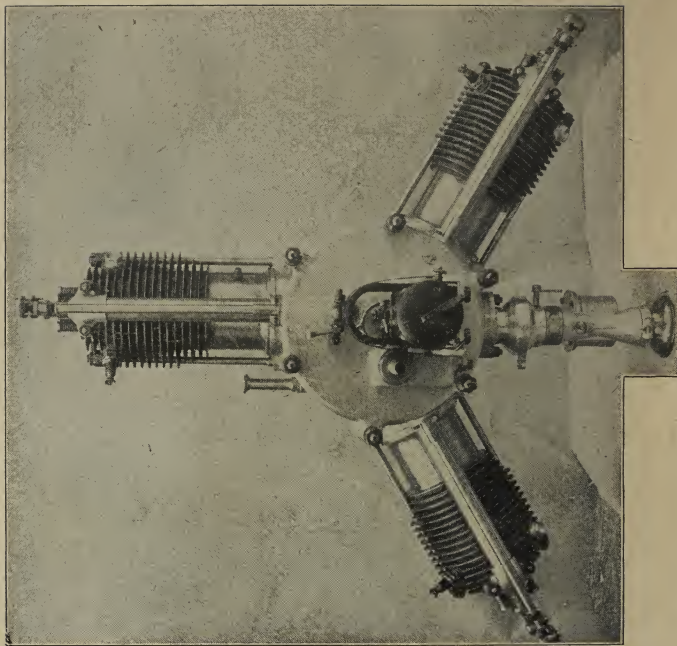


Fig. 150. 30 PS-Dreizylinder-Anzani-Motor. (Y.) Saugseite.



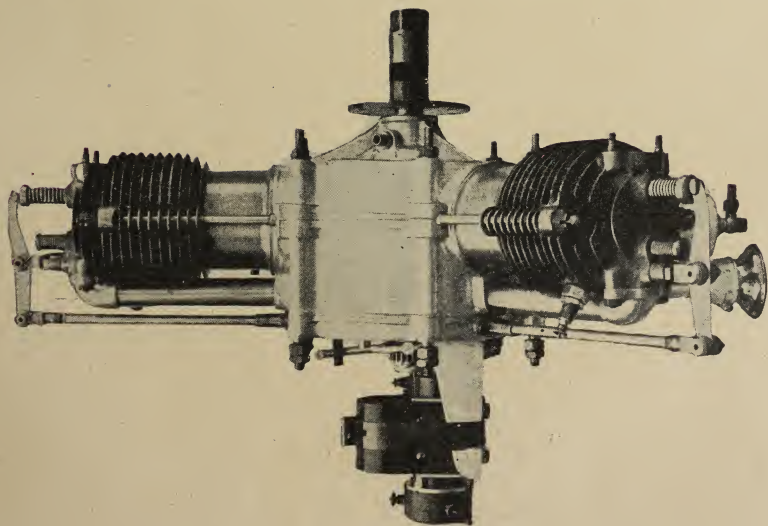


Fig. 151. 30 PS-Dreizylinder-Anzani-Motor. (Y.)

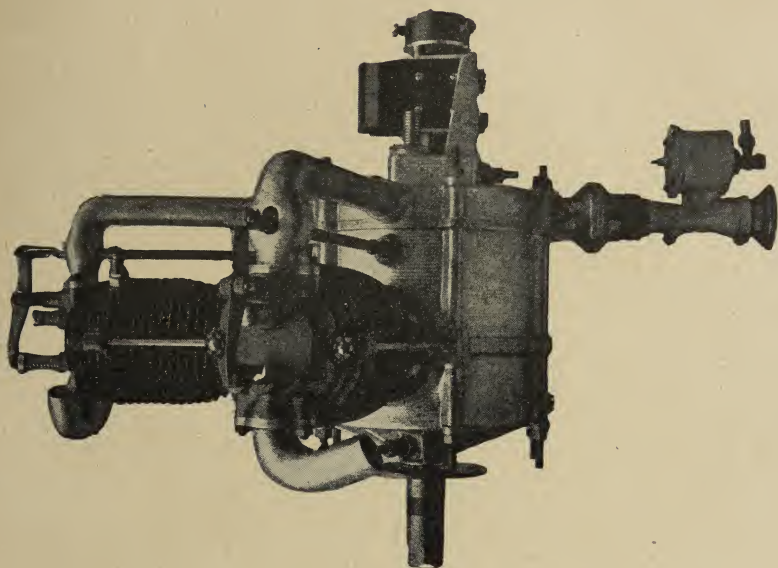


Fig. 152. 30 PS-Dreizylinder-Anzani-Motor.

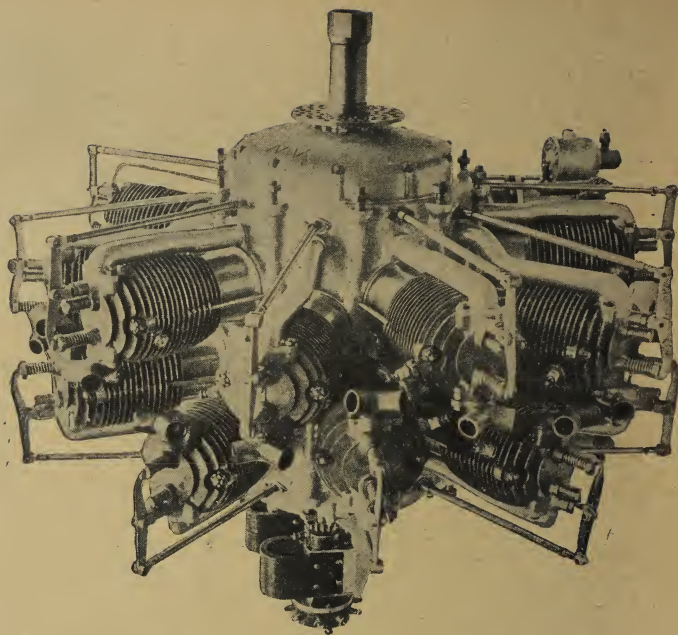


Fig. 154. 200 PS-Zwanzigzylinder-Anzani-Motor.

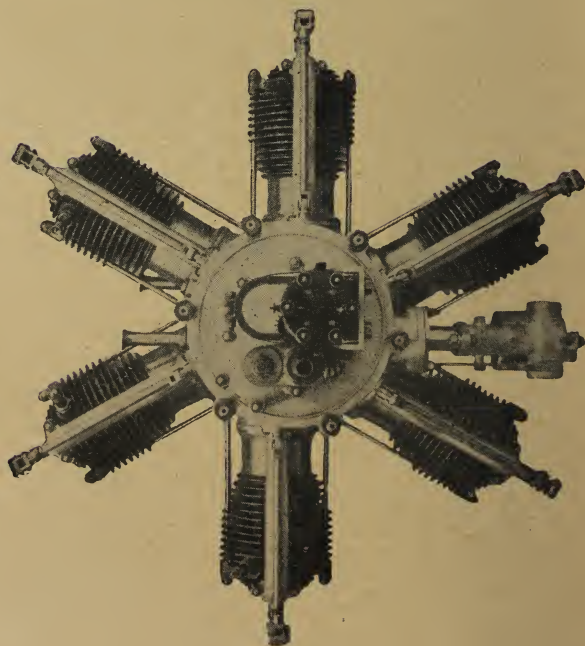


Fig. 153. 60 PS-Sechszylinder-Anzani-Motor.

gestellt. Seine 20 Zylinder stehen in vier Gruppen zu je fünf Zylindern. Die beiden Kurbeln der Welle stehen einander nicht genau gegenüber, sondern bilden einen Winkel von  $18^0$ . Der Gewichtsausgleich erfolgt durch Gegengewichte. Der Motor besitzt zwei Vergaser, zwei Zündmagnete und zwei Ölpumpen. Das Öl wird in Bohrungen der Kurbelwelle gepreßt und spritzt von dort den Zylindern zu.

Leistung . . . PS	30	30 <sup>1</sup>	45	60	65	80	100	125	200
Anzahl der Zylinder .	3	3	6	6	10	10	10	10	20
Bohrung . . . mm	105	105	90	105	90	90	105	115	105
Hub . . . . mm	130	120	120	120	120	130	140	155	140
Minutl. Umlaufzahl .	1250	1300	1300	1300	1250	1250	1200	1250	1250
Gesamtgewicht . kg	70	55	70	80	98	102	135	210	310
Preis . . . . Fr.	3000	3000	4500	6000	6500	8000	10 000	12 500	20 000

<sup>1</sup> Y-Motor.

### Haacke-Motoren.

Die Fabrik von Haacke in Berlin-Johannisthal gehört zu denen, die in Deutschland vor dem Kriege mit Erfolg luftgekühlte Motoren nach Art der Anzani-Motoren bauten.

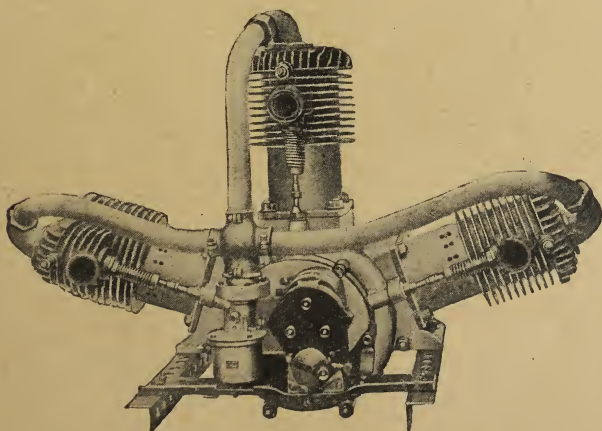


Fig. 155. 35/40 PS-Dreizylinder-Haacke-Motor. Typ 2.

Die verschiedenen Motoren dieser Fabrik werden durch die Fig. 155—158 veranschaulicht. Wie bei Anzani sind

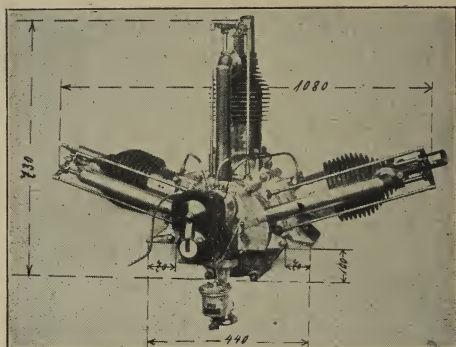


Fig. 156. 35/40 PS-Dreizylinder-Haacke-Motor. Typ 2a.

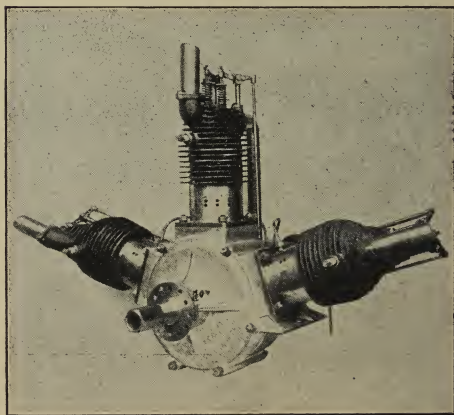


Fig. 157. 35/40 PS-Dreizylinder-Haacke-Motor. Typ 2a.

die Einlaßventile ungesteuert. Die Ölung erfolgt zwangsläufig durch eine Pumpe. Die Kurbelwelle läuft in Kugellagern. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Motoren:



Typ	Ausführung	Zylinderzahl	PS	Bohrung	Hub	Minutl. Umdrehungen	Gewicht kg	Kühlung	Zündung	Preis M.
1 a	Zylinder V-Form 52° versetzt	4	30—35	105	120	rd. 1400	64	Luft	Akkumulatoren	1750
1 b	Zylinder mit Haube und Ventilator	4	30—35	105	120	„ 1400	65	„	„	2000
2	Zylinder Fächerform 72° versetzt	3	35—40	120	130	„ 1400	75	„	Magnet	1800
2 a	Zylinder Fächerform 72° versetzt	3	35—40	120	130	„ 1400	75	„	„	2000
mit von oben gesteuerten Ventilen										
4	Zylinder Sternform 72° versetzt	5	55—60	120	130	rd. 1400	rd. 100	Luft	Magnet	3500
4 a	Zylinder Sternform 72° versetzt	5	60—70	120	140	„ 1400	„ 100	„	„	3600
beide Ventile von oben gesteuert										
5	Zylinder Sternform 72° versetzt	6	55—60	105	130	rd. 1400	rd. 85	Luft	Magnet	3800
5 a	Zylinder Sternform 72° versetzt	6	80—90	120	130	„ 1400	„ 105	„	„	4000

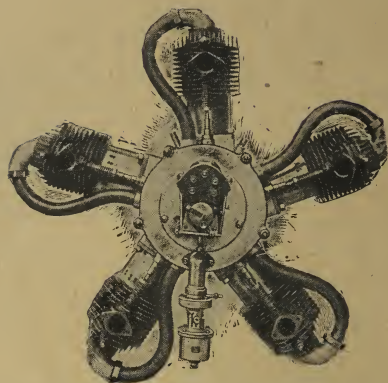


Fig. 158. 55/60 PS-Fünfzylinder-Haacke-Motor. Typ 5.

### **Salmson-Motoren, Bauart Canton-Unné.**

Der Salmson-Motor ist ein Sternmotor mit Wasserkühlung. Er vereinigt daher die Vorteile des geringen Ge-

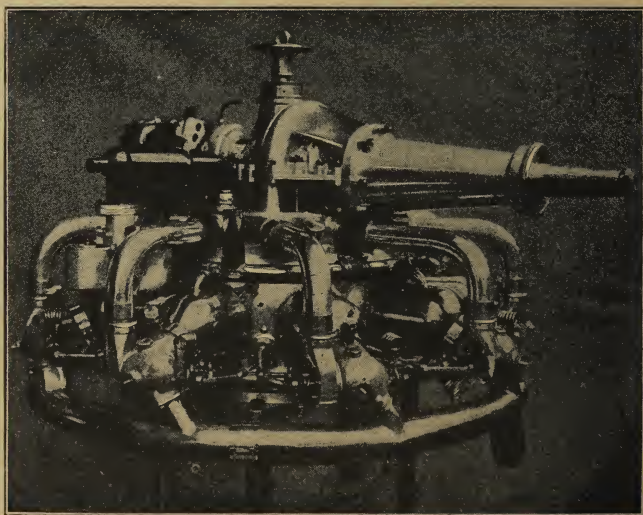


Fig. 159. 150 PS-Neunzylinder-Salmson-Motor mit Vorgelege.

wichts und guten Massenausgleichs sowie der kurzen Bauart der sternförmigen Umlaufmotoren mit der günstigen Brenn-

stoffausnützung der Reihenstandmotoren. Bei der Zuverlässigkeitsprüfung der technischen Kommission im französischen Automobilklub 1913 hat er am besten abgeschnitten. Im Kriege hat er sich besonders in den schweren französischen Farman-Doppeldeckern bewährt.

Die Übersicht auf Seite 174 zeigt den günstigen Einfluß des geringen Brennstoffverbrauchs auf das Gesamtgewicht schon bei drei Betriebsstunden.

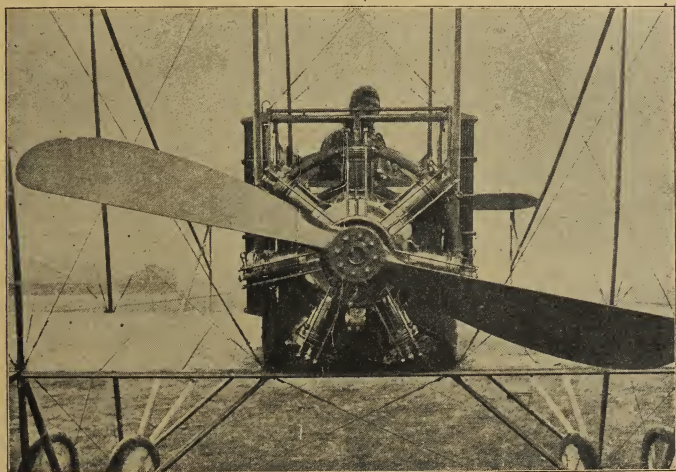


Fig. 160. 90 PS-Siebenzyl.-Salmson-Motor, Typ M 7, auf einem Maurice-Farman.

Die Zylinder sind aus Stahl gedreht, die Kühlmäntel bestehen aus Kupfer. Die mit drei Ringen versehenen Kolben sind aus Gußeisen, um günstige Reibungsverhältnisse zu erzielen. Die Pleuelstangen sind alle gleichartig und greifen mittels Bronzelagern an einem Mittelstück an, das durch Kugellager auf der Kurbelwelle läuft. Dieses Mittelstück wird durch eine Art Umlaufräder so geführt, daß es seine Stellung zu den Zylindern nicht ändert. Ein- und Auslaßventile sind gesteuert und werden durch eigenartige Doppelfedern auf ihren Sitz gedrückt. Diese Federform ist ge-

Name des Konstrukteurs	Leistung		Gewicht des Motors ohne Betriebsmittel kg	Verbrauch in Litern		Gewicht mit Brennstoff		Gewicht auf 1 PS	
	angegebene PS	wirkliche mittlere PS		Brennstoff auf die PS-Std.	Öl auf die PS-Std.	für 3 Std. kg	für 4 Std. kg	für 3 Std. kg	für 4 Std. kg
Gnome . . . . .	50	49	78—81	0,470	0,112	142—147	160—165	2,900	3,275
	70	65	85—88	0,490	0,123	176—181	207—212	2,740	3,230
	80	72	95—100	0,500	0,111	197—202	221—226	2,770	3,140
	100	85	135—140	0,540	0,141	270—275	315—320	3,330	3,720
	140	120	165—170	0,517	0,125	345—350	405—410	2,900	3,400
	160	140	190—195	0,530	0,128	400—405	470—475	2,860	3,360
Renault . . . . .	50	60	181	0,517	0,042	259	382	4,310	4,700
	70	72	210	0,486	0,042	297	322	4,125	4,472
Salmon-Bauart	80	90	190	0,345	0,021	260	283,5	2,880	3,150
Canton-Unné .	110	120	242	0,330	0,024	334	363,7	2,785	3,040



wählt, um den arbeitenden Teil von der Zylinderhitze entfernt zu halten. Es sind ebensoviel kleine Nocken wie Zylinder vorhanden. Die Umlaufzahl kann von 1200 auf 200 vermindert werden.

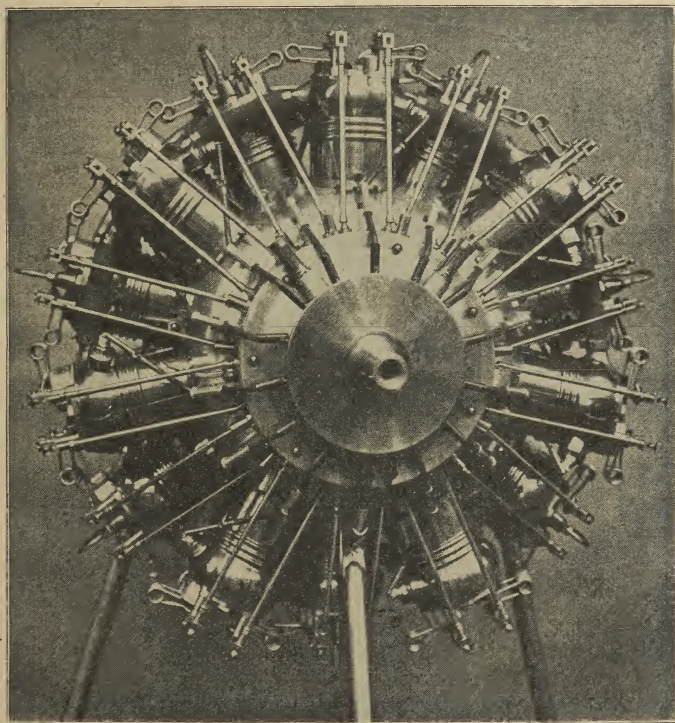


Fig. 161. 200 PS-Vierzehnzyylinder-Salmson-Motor. Typ 2 M 7.

Die Motoren werden mit wagerechter oder senkrechter Welle geliefert. Die mit senkrechter Kurbelwelle können mit einem Kegelradgetriebe zum Antrieb einer wagerechten Schraubenwelle versehen werden (Fig. 162). Bei diesem Motor, einem Neunzylinder von 135 PS, ist der Auspuff in ein gemeinsames ringförmiges Rohr geleitet.

Den Einbau des schwächsten Salmson-Motors von 90 PS in einen Maurice-Farman-Apparat zeigt Fig. 160. Eine Verdopplung dieses Motors stellt der Vierzehnzyylinder der Fig. 161 dar, dessen Leistung 200 PS beträgt. Einen Mitteltyp von neun Zylindern, der 135 PS leistet, zeigt Fig. 162.



Fig. 162. 135 PS-Neunzylinder-Salmson-Motor. Typ M 9.

Der stärkste Salmson-Motor ist der von 300 PS mit neun Zylindern, den Fig. 163 zeigt. Sein Gehäuse ist ungeteilt.

Die neuste Ausführung des Salmsonmotors, die einen Beutemotor darstellt, zeigt Fig. 164. Der Kranz auf der Rückseite ist der Auspufftopf.

Die untenstehende Zusammenstellung gibt eine Übersicht über einige Salmson-Motoren:

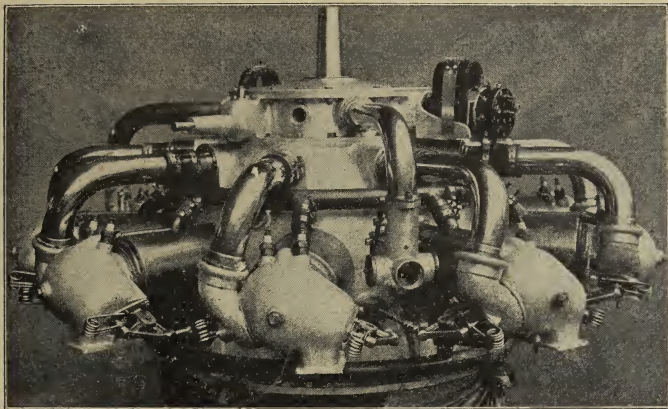


Fig. 163. 300 PS-Neunzylinder-Salmson-Motor. Typ D.

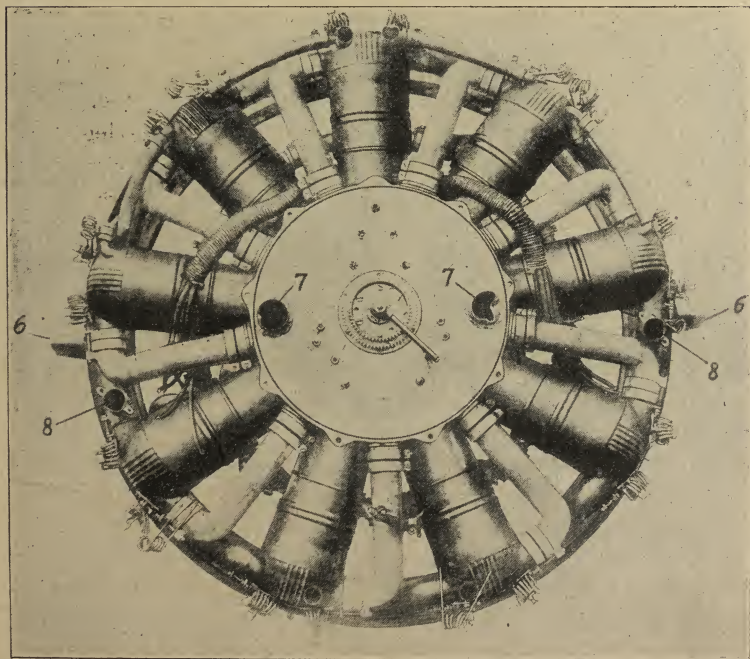


Fig. 164. Salmson-Motor. Neueste Ausführung.  
Motoren für Flugzeuge und Luftschiffe.



Motortypen . . . . .	M 7	M 9	2 M 7	D
Leistung . . . . . PS	90	135	200	300
Anzahl der Zylinder . .	7	9	14	9
Bohrung . . . . . mm	120	120	120	150
Hub . . . . . „	140	140	140	200
Minutl. Umlaufzahl . . .	1250	1250	1250	1200
Gesamtgewicht . . . . kg	170	210	300	480
Preis . . . . . Fr.	16 250	21 500	32 000	45 000

### Rheinische Aerowerke in Euskirchen.

Nachstehend seien einige ältere Motoren beschrieben.

Die Zylinder des 50/60 PS-Motors (Fig. 165) sind nicht umlaufend und haben eine Bohrung von 105 mm und einen Hub von 130 mm. Der Motor entwickelt bei einer Umdrehungszahl von 1350 in der Minute 58 PS. Die Zylinder sind sternförmig angeordnet und um 72° gegeneinander versetzt; sie haben eine große Kühleroberfläche, so daß der Verdichtungsgrad hoch genommen werden konnte. Das Auspuffventil ist bei diesen Zylindern nach vorne gelegt, um eine ausgiebige Kühlung des Auspuffstutzens und der Auspuffventile durch den Luftstrom der Schraube zu erreichen. Die Kolben sind aus Grauguß hergestellt, außen und innen bearbeitet und mit drei Kolbenringen versehen. Die Hauptpleuelstange aus Chromnickelstahl besitzt runden, hohlgebohrten Schaftquerschnitt und eine Bronzelagerbüchse, die den Kurbelwellenzapfen umfaßt. Die Kurbelwelle besitzt an den freistehenden Schenkeln Gewichte, die die hin und her gehenden Massen ausgleichen. Das Gehäuse besteht aus Nickelaluminiumguß, ist zweiteilig und durch lange durchgehende Schraubenbolzen zusammengehalten.

Die Steuerung erfolgt durch eine Nockenscheibe mit drei Nocken. Die Stoßstangen der Ventile werden durch Zugfedern gegen diese Nockenscheibe gezogen. Die Ventile selbst werden durch einen Kipphebel betätigt. Die Schmierung erfolgt durch die hohle Kurbelwelle in das Hauptpleuellager, und von dort aus steigt das Öl durch die



hohle Pleuelstange in die Kolbenbolzen. Das vordere und hintere Gehäuselager wird durch eine zweite Druckölleitung mit Öl versorgt. Die Druckölpumpe ist eine eingekapselte

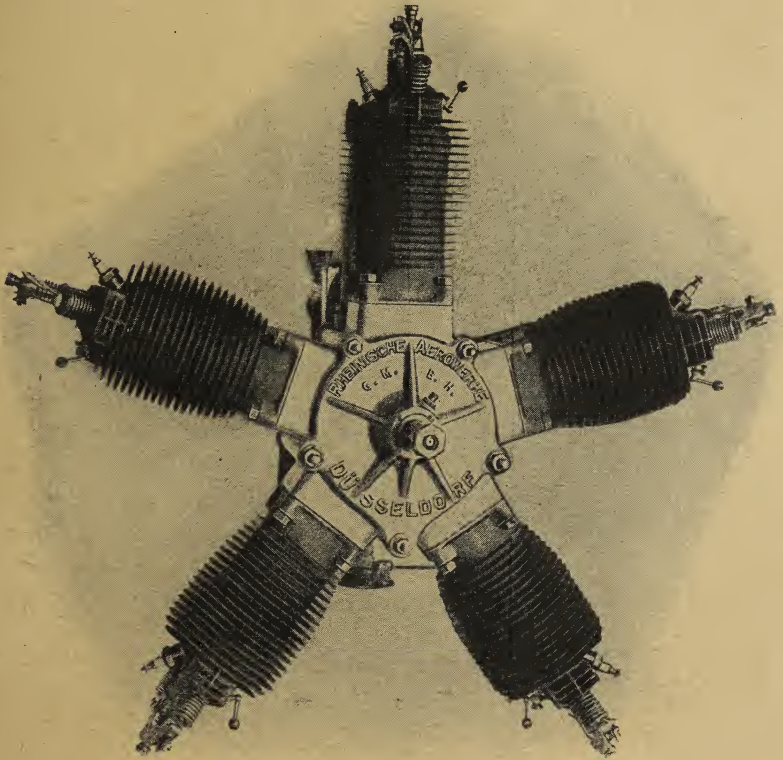


Fig. 165. Fünfzylinder-Flugmotor der Rheinischen Aerowerke.

Kolbenpumpe. Die Zündung geschieht durch einen Bosch-Hochspannungsmagneten D U 5 mit fünf Verteilerkontakten. Der Vergaser ist in einer Rohrleitung in der Mitte des Gehäuses innerhalb der Kurbelwellenmitte angeordnet

und führt das Gas in zwei kurzen, gegossenen Rohrleitungen durch den Gehäusedeckel in den am hinteren Gehäuseteil eingegossenen Ringkanal. Die Ansaugrohre werden hier unter Zwischenlage eines elastischen Dichtungsringes in die ent-

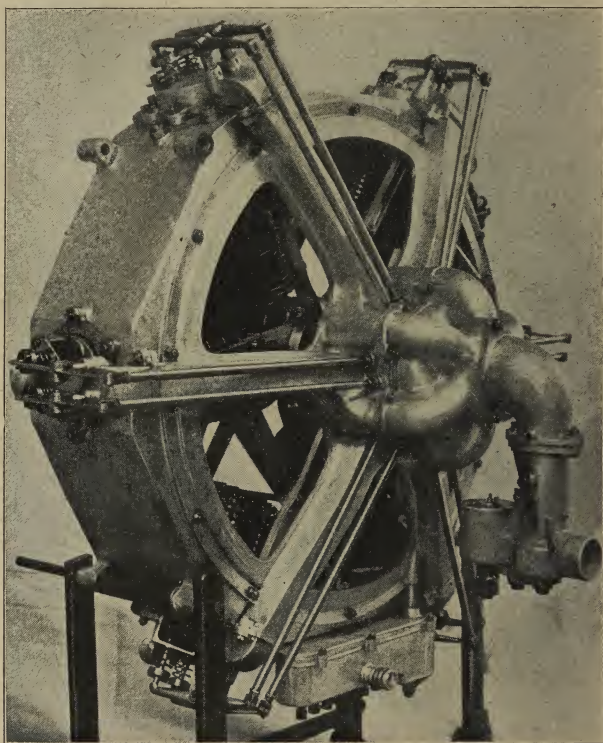


Fig. 166. 75 PS-Edelweiß-Motor. Vergaserseite.

sprechenden Löcher des Gaskanals eingeschoben und oben mit einem Dichtungsring an die Ansaugflanschen der Zylinder festgeschraubt. Zur Vereinfachung der Bedienung ist der Gasdrosselhebel mit dem Zündverstellungshebel des Magneten verbunden. Das Gewicht des Motors beträgt 95 kg.

### Edelweiß-Motor.

Ein merkwürdiger Motor, der zu praktischer Verwendbarkeit nicht geführt hat, ist der auf dem letzten Pariser Salon gezeigte „Edelweiß-Motor“, der seiner Eigenart wegen

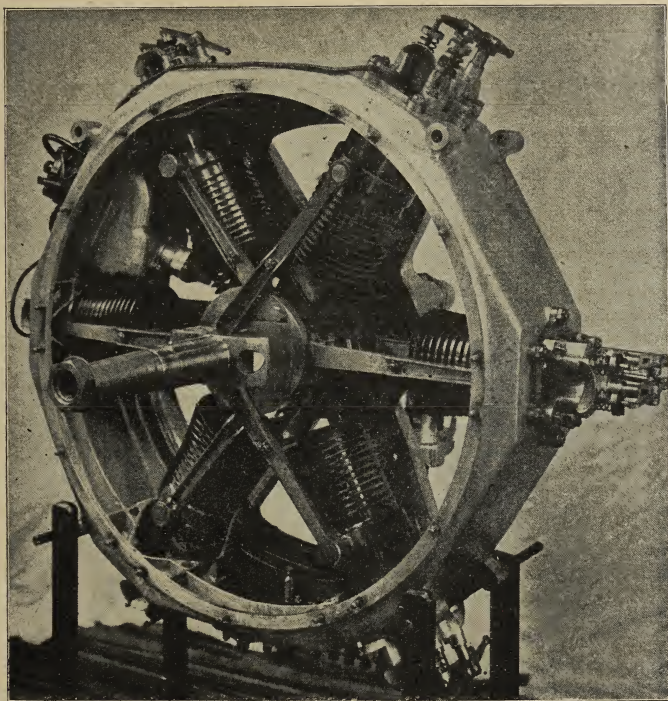


Fig. 167. 75 PS-Edelweiß-Motor. Vorderansicht.

hier aufgeführt wird. Er stellt in anderer Weise als der Gnôme-Motor eine kinematische Umkehrung der gewöhnlichen Motoren dar. Bei ihm stehen nämlich die inneren Teile eines Sternmotors, die den Kolben entsprechen, fest, während die äußeren, die mit Kühlrippen versehenen Zylinder, an den Pleuelstangen sitzen und hin und her bewegt werden. Da die Ventile außen an den feststehenden Teilen angeordnet sind,



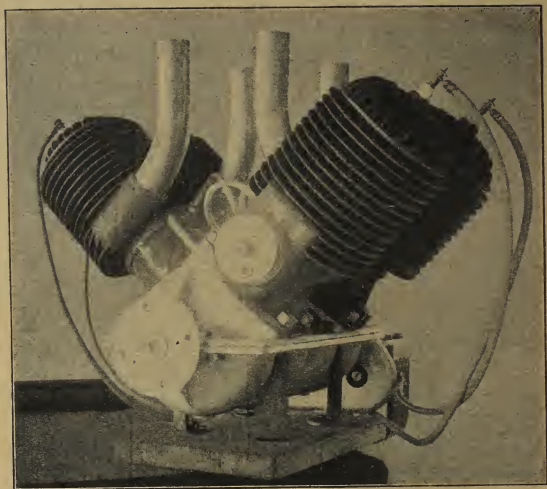


Fig. 168. Grade-Flugmotor.

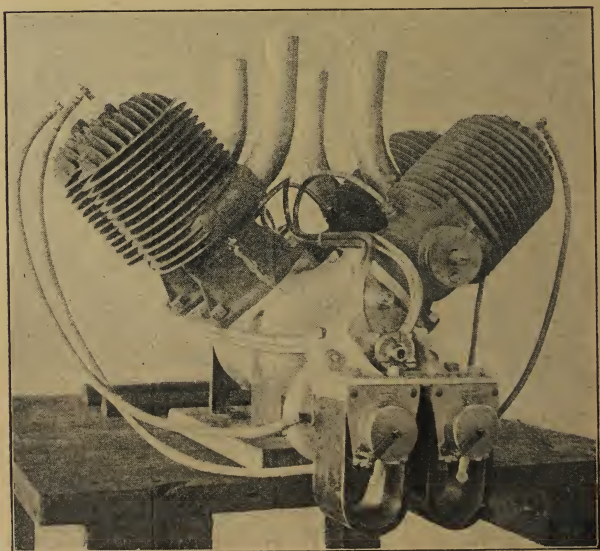


Fig. 169. Grade-Flugmotor. Ansicht von der Magnetseite.



sind diese Teile die eigentlichen Zylinder, und die Kolben sind nur von innen nach außen gewandert. Fig. 166 zeigt den Motor von der Vergaserseite, Fig. 167 von der andern Seite mit abgenommenem Deckel. Diese läßt auch die Anlenkung der Pleuelstangen erkennen.

Der sechszylindrige Motor hat eine Bohrung von 115 mm und einen Hub von 120 mm. Er leistet bei 1350 minutlichen Umläufen 75 PS. Sein Gewicht beträgt 125 kg, sein Preis 14000 Fr.

### Der Grade-Zweitakt-Flugmotor.

Hans Grade, einer der ältesten deutschen Flugzeugkonstrukteure, hatte auch seinen eigenen Flugmotor, den Fig. 168 u. 169 in Ansicht zeigen. Die Zylinder stehen unter

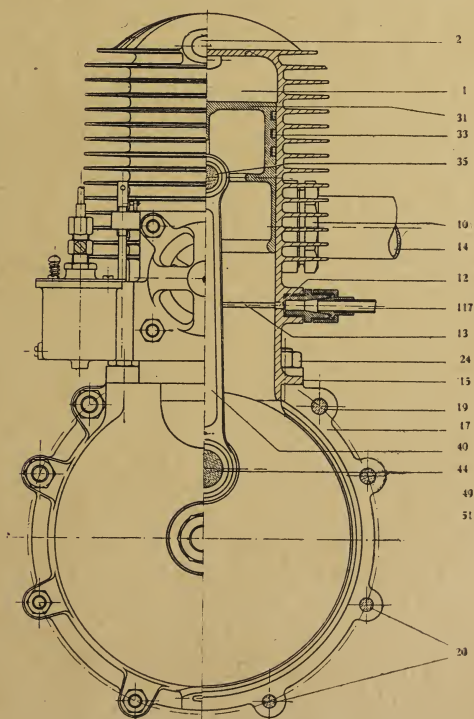


Fig. 170. Grade-Motor. Längsschnitt.

90° und sind nur wenig gegeneinander versetzt, um die Erschütterungen gering zu halten. Fig. 170 u. 171 zeigen die gute konstruktive Durchbildung des Motors. Eigenartig ist die Ausbildung seines Vergasers. Vergaser und Ansaugventil

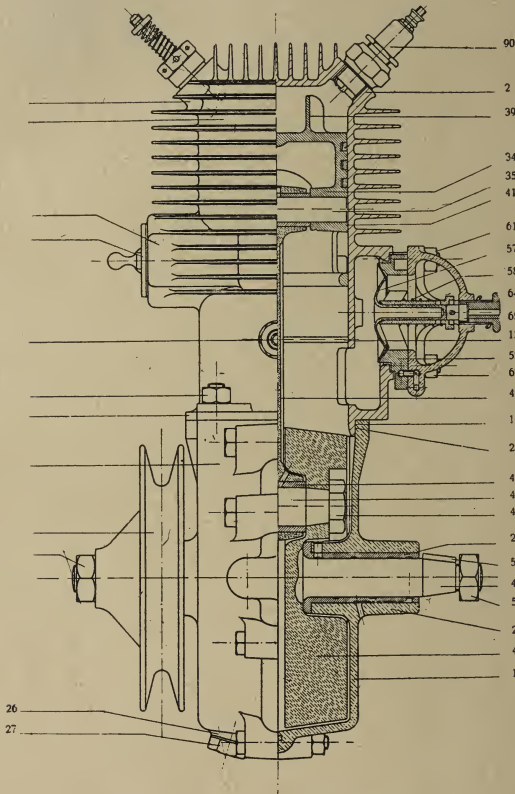


Fig. 171. Grade-Motor. Querschnitt.

sind nämlich vereinigt, wie Fig. 172 u. 173 erkennen lassen. Statt einer Düse besitzt der Grade-Vergaser zwei kleine Bohrungen im Ventilsitz, die durch das Anheben des selbsttätigen Ventils während des Saugens freigelegt werden. Die Schwungmassen schließen sich dem Kurbelgehäuse eng an, um den Wirkungsgrad der Kurbelkastenpumpe hochzuhalten.

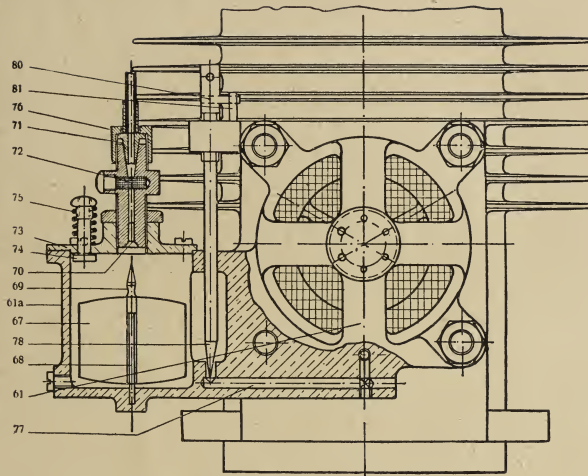


Fig. 172. Grade-Vergaser. Querschnitt durch das Schwimmergehäuse

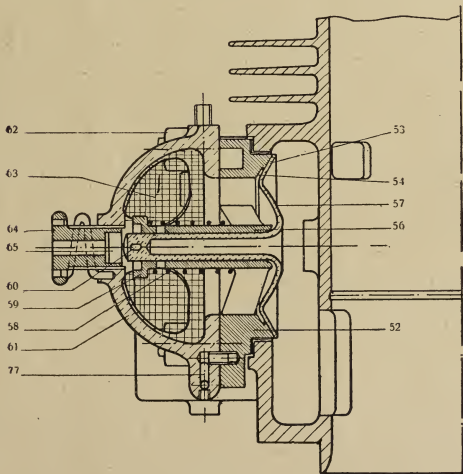


Fig. 173. Grade-Vergaser. Ventilquerschnitt.

### Junkers. Dessau.

Ein vielversprechender Zweitaktflugmotor, der indes nicht mehr frontreif geworden ist, ist der von Prof. Junkers. Er hat wie alle Junkers-Motoren 2 Gegenkolben in jedem Zy-

linder. Nur ist an jedem Zylinderende eine besondere Kurbel angeordnet. Beide Kurbeln sind durch Zahnräder ver-

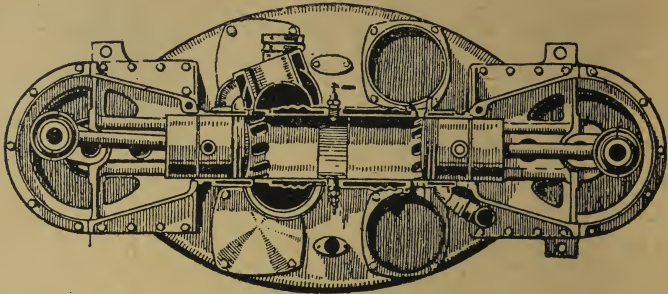


Fig. 174. Zweitakt-Flugmotor von Prof. Junkers.

bunden. Die Ladepumpe ist eine Kreiskolbenpumpe, die nur Luft fördert. Der Brennstoff wird durch eine Hochdruck-Brennstoffpumpe mit regelbarer Fördermenge eingespritzt.

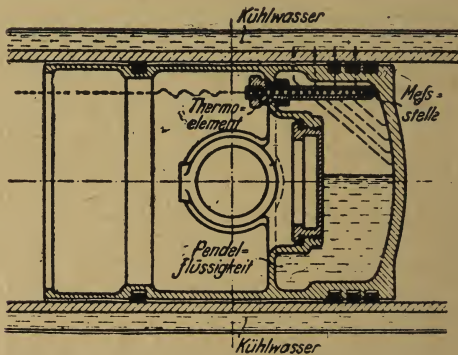


Fig. 175. Flugmotorenkolben von Junkers.

Fig. 174 zeigt den Versuchsmotor. Ein Kolben ist in Fig. 175 dargestellt. Er enthält einen mit Öl gefüllten Hohlraum. Durch die Kolbenbewegung führt das Öl die Wärme vom Kolbenboden an die Wände.



## Umlaufmotoren.

Wie die deutsche Flugzeugkonstruktion ihre Eigenart zum Teil dem schweren, wassergekühlten Standmotor verdankt, so ist die größere Anzahl der französischen Flugzeuge auf den Umlaufmotor zugeschnitten. Der Fortschritt der französischen Flugzeugindustrie ist an den Gnôme-Motor geknüpft gewesen. Erst in der letzten Hälfte des Krieges haben die Franzosen auch den Standmotor bevorzugt.

Bei den gewöhnlichen Umlaufmotoren steht die Kurbelwelle fest, während die im Stern angeordneten Zylinder umlaufen. Von ihnen wird natürlich die Leistung abgenommen. Durch das Kreisen erfahren die Zylinder eine sehr kräftige Kühlung. Der hierbei auftretende Leistungsverlust ist aber recht erheblich, mindestens 10 v. H. der Motorleistung. Wenig vorteilhaft ist auch der verhältnismäßig hohe Brennstoff- und Schmierölverbrauch, der aber erst bei mehrstündigem Betrieb ungünstig bemerkbar wird. Angenehm ist der erschütterungsfreie Lauf und der durch die großen Zylinderschwungmassen hohe Gleichförmigkeitsgrad der Umlaufmotoren.

Beim Siemens-Motor laufen sowohl die Zylinder als auch die Kurbelwelle um.

### Der Gnôme-Motor.

Fig. 176 zeigt die Ansicht eines 50 PS-Gnôme-Motors. Er besitzt sieben Zylinder. Die ungerade Anzahl mußte gewählt werden, da wegen des Viertaktes erst während zweier vollen Umdrehungen alle Vorgänge in einem Zylinder abgelaufen sind. Sollen nun, was zur Erzielung eines gleichmäßigen Drehmoments wünschenswert ist, die Zündungen im gleichen Abstand aufeinander folgen, so ist dies nur bei einer ungeraden Anzahl möglich.

Fig. 176 b stellt einen Schnitt durch einen Gnôme-Motor dar, der von der Motorenfabrik A.-G. in Oberursel gebaut ist. Die Zylinder sind aus Gewehrlaufstahl gedreht, das Gehäuse besteht aus Stahlguß. Die Luft gelangt durch das rechts sichtbare Sieb an der Brennstoffdüse vorbei durch die hohle feststehende Kurbelwelle in das Gehäuse. Von dort strömt es während des Ansaugtaktes durch die in der

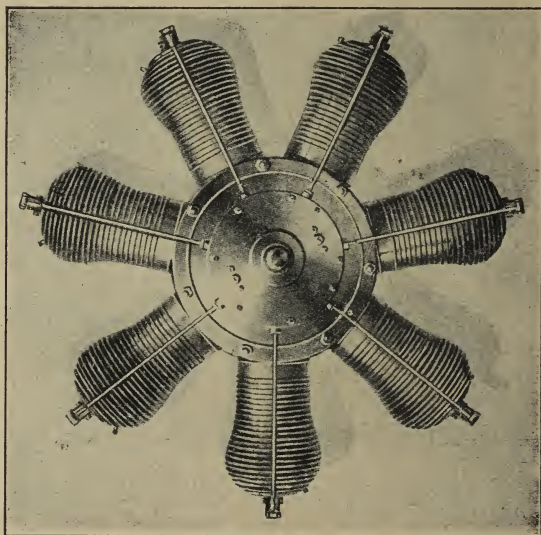
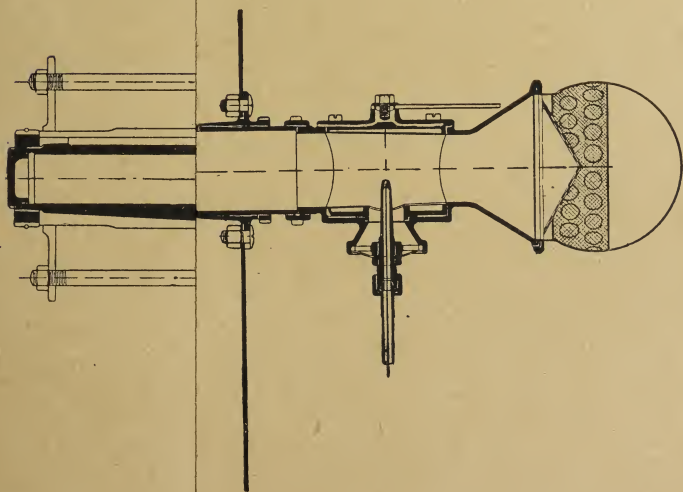


Fig. 176 a. 50 PS-Gnôme-Motor.

Kolbenachse liegenden selbsttätigen Saugventile in den Zylinder. Das Auslaßventil liegt mitten im Zylinderkopf und wird durch einen Schwinghebel mittels Stoßstange gesteuert. In der Zeichnung ist die Hauptpleuelstange dargestellt, die durch Kugellager auf der Kurbelwelle läuft. Die andern Pleuelstangen sind durch Bronzelager mit dieser verbunden. Die Pleuelstangen und die Kurbelwelle sind in Ansicht in Fig. 177 u. 178 dargestellt. Die Einlaß- und Auslaßventile sind gegen die Zentrifugalkraft durch Gegengewichte unempfindlich gemacht.

bei sehr niedriger Temperatur



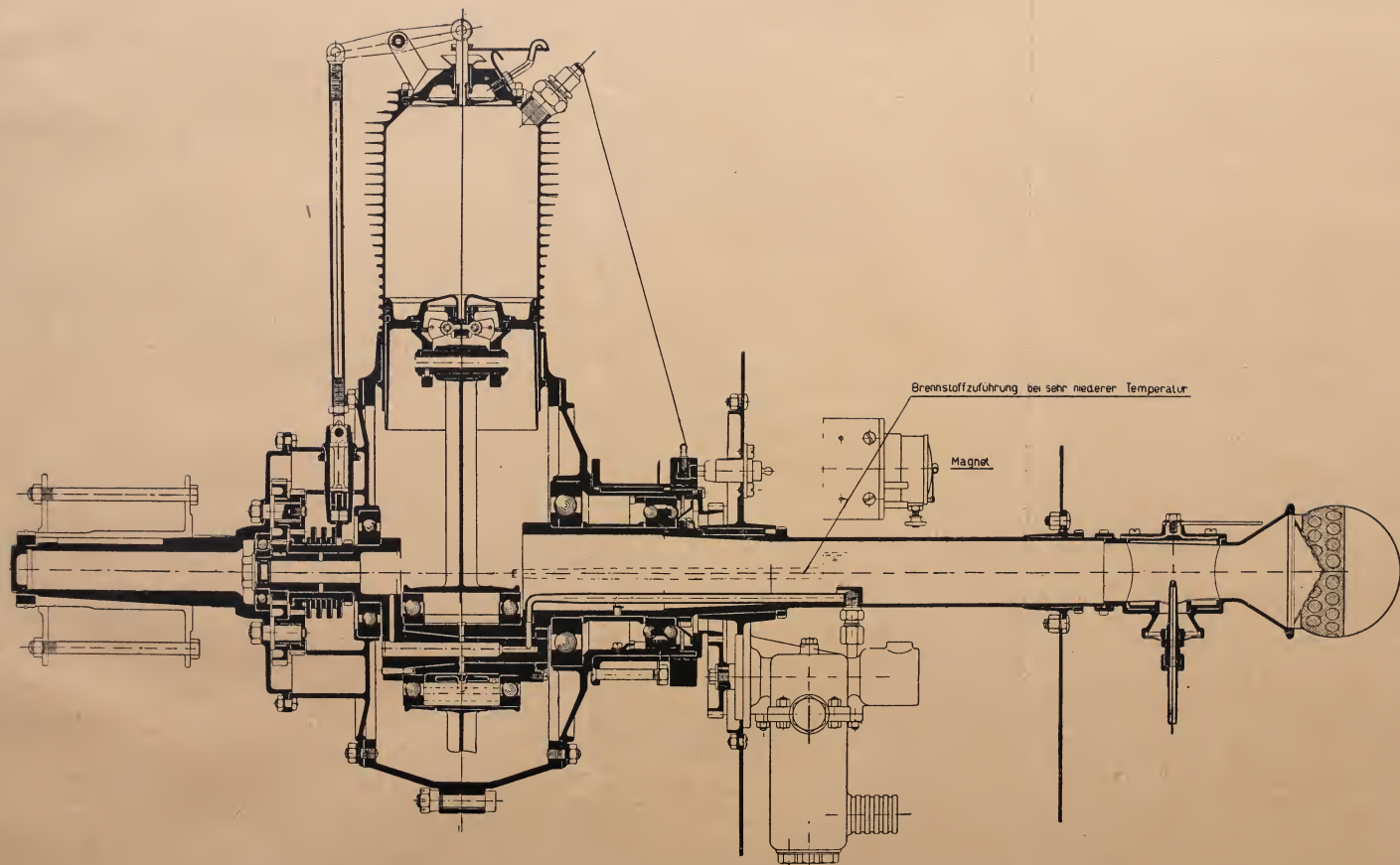


Fig. 176 b. Schnitt durch einen deutschen Gnôme-Motor (gebaut in Ober-Ursel)



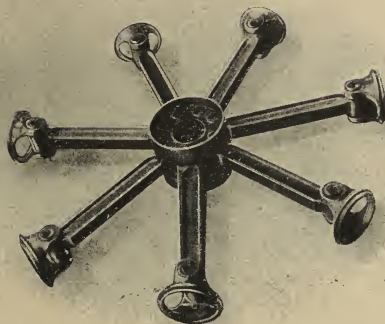


Fig. 177. Pleuelstangen des Gnôme-Motors.

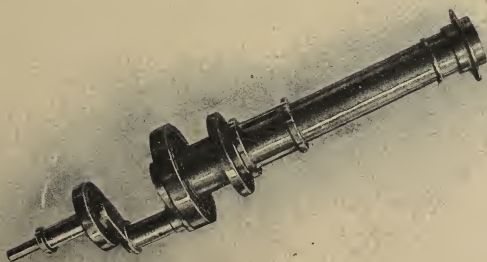


Fig. 178. Kurbelwelle des Gnôme-Motors.

Die Führung des Gases durch das Gehäuse und die Kolben hindurch hat den Vorteil der guten Kühlung dieser

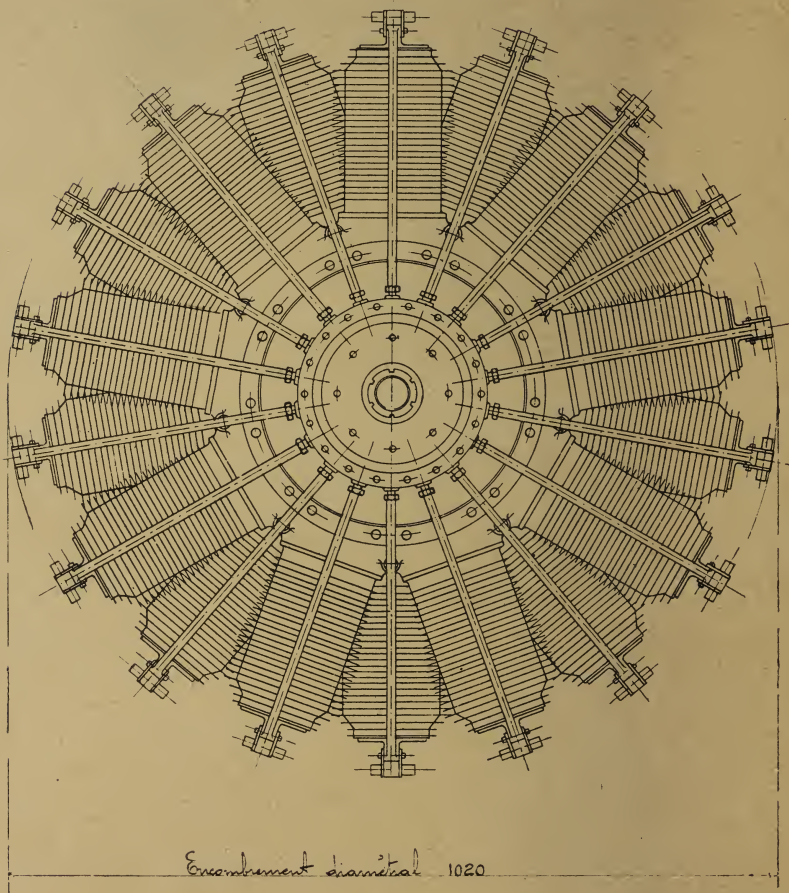


Fig. 179. 200 PS-Achtzehnzylinder-Gnôme-Motor. Typ Delta-Delta.  
Ansicht von vorn.

Teile für sich sowie den der Vermeidung von Rohrleitungen. Etwas nachteilig ist die Beeinflussung des Schmiermittels durch die Benzindämpfe. Die Ölung geschieht durch Rizinusöl, das dem Motor durch eine Pumpe zugeführt wird.

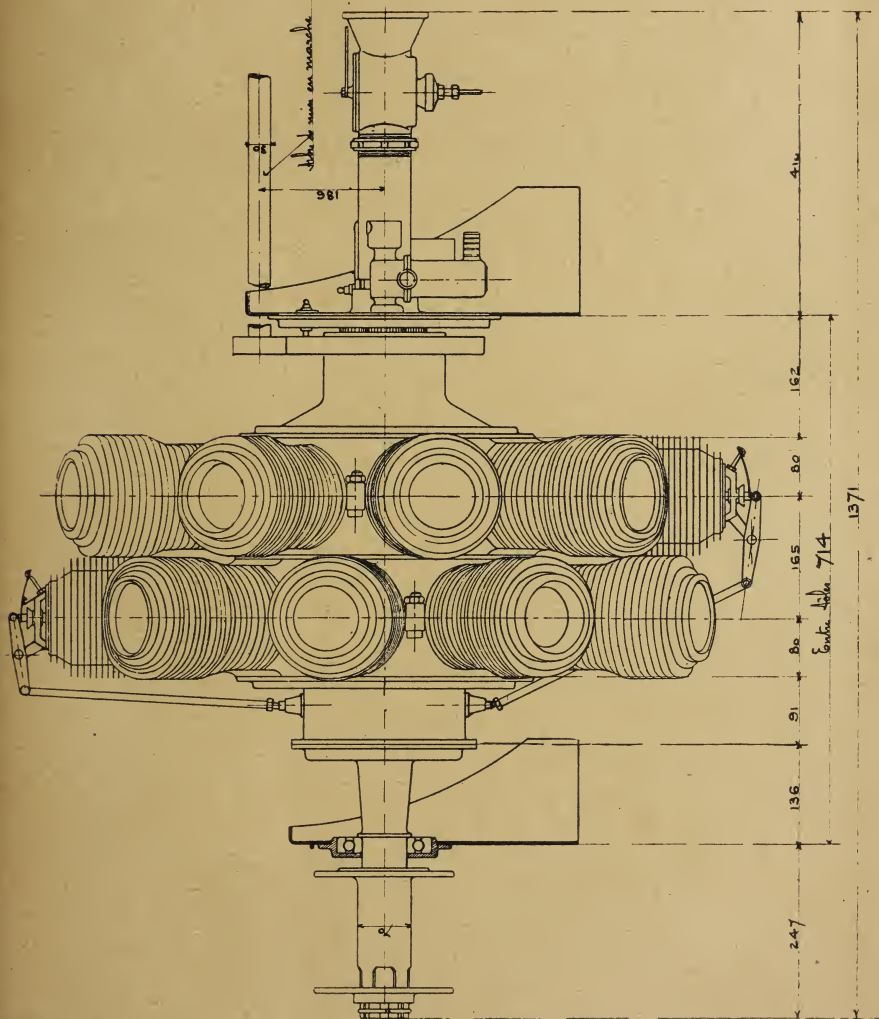


Fig. 180. Derselbe Motor wie Fig. 179. Ansicht von der Seite.

Bei einigen stärkeren Ausführungen ordnet Gnôme die Zylinder in zwei Ebenen an und stellt die der zweiten Ebene auf die Lücken der ersten. Figg. 179 u. 180 zeigen die Abmessungen eines 200 PS-Motors im Maßstabe 1:10.

Folgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht über die zurzeit gebauten Gnôme-Motoren:

Motortypen . . . . .	$\Omega$	$\Sigma$	$\Delta$	$\Delta$	$\Omega\Omega$	$\Sigma\Sigma$	AA	$\Delta\Delta$
Leistung . . . . .	50	60	80	100	100	120	160	200
Anzahl der Zylinder . .	7	7	7	9	14	14	14	18
Bohrung . . . . . mm	110	120	124	124	110	120	124	124
Hub . . . . . „	120	120	140	150	120	120	140	150
Minutl. Umlaufzahl . .	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Gesamtgewicht . . . kg	78	87	94	135	140	135	180	245
Preis . . . . . Fr.	13 000	13 000	17 500	22 000	24 000	26 000	35 000	44 000

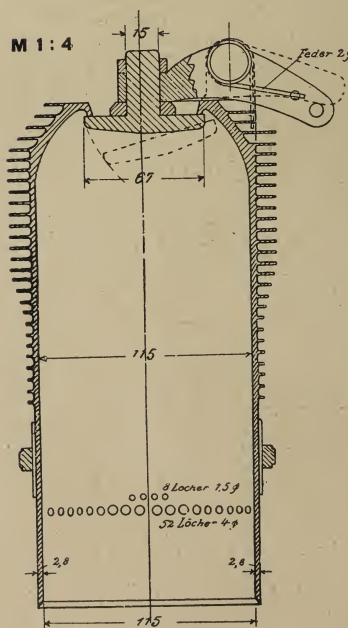


Fig. 181.

Zylinder des neuen Einventilmotors.

Schon auf der letzten Ausstellung hatte Gnôme einen Motor ausgestellt, der von der eben beschriebenen Ausführung abweicht. Er ist auf Fig. 29 dargestellt und führt in Frankreich den Namen „Monosoupape“, also Einventilmotor.

Bei ihm ist das Kolbenventil weggelassen. Das Gas gelangt statt dessen durch vom Kolben gesteuerte Schlitze im Zylinderfuß in das Innere. Das Auslaßventil bleibt während des größten Teiles des Ansaughubes offen. Es wird erst kurze Zeit, bevor der Kolben die Ansaugschlitze freilegt, geöffnet. Der entstandene Unterdruck läßt ein sehr benzinreiches Gasgemisch eintreten,



das erst mit der schon dort vorhandenen Luft zündfähig wird. Dies ist auch der Grund dafür, daß keine Zündungen eintreten, wenn der Kolben am Schluß des Arbeitstaktes die Schlitze freilegt. Die Verbrennungsluft wird bei diesem Motor übrigens von vorn angesogen, und die Veränderung

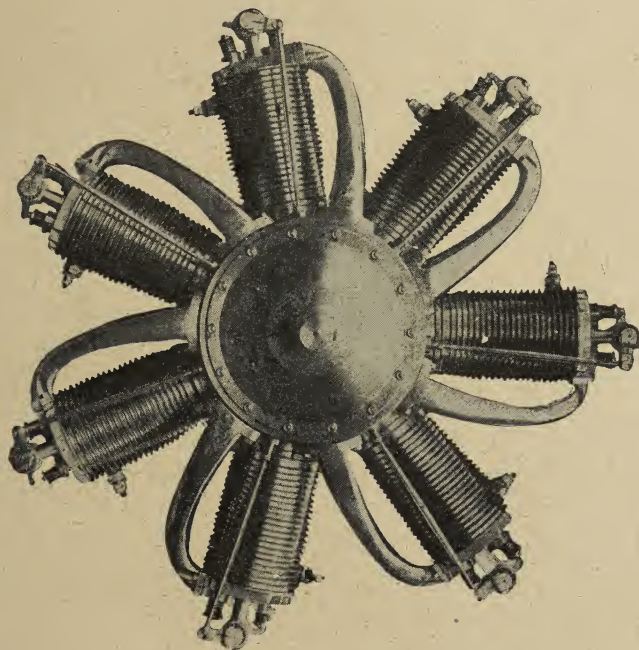


Fig. 182. 60 PS-Siebenzylinder-Le Rhône-Motor.

der Drehzahl geschieht durch Hubverminderung der Auslaßventile.

Fig. 181 zeigt die neueste Ausführung eines Zylinders im Schnitt. Bemerkenswert ist das Auslaßventil, das fest mit seinem Hebel verbunden ist.

### Der Umlaufmotor „Le Rhône“.

Der Rhône-Motor gehört zu den Nachfolgern des Gnôme-Motors, die große Erfolge aufzuweisen haben. So legte

Motoren für Flugzeuge und Luftschiffe.

Letort im August 1913 mit diesem Motor die Strecke Paris—Danzig von 1400 km mit einer einzigen Zwischenlandung in Berlin zurück, und Gilbert wurde im Gordon-

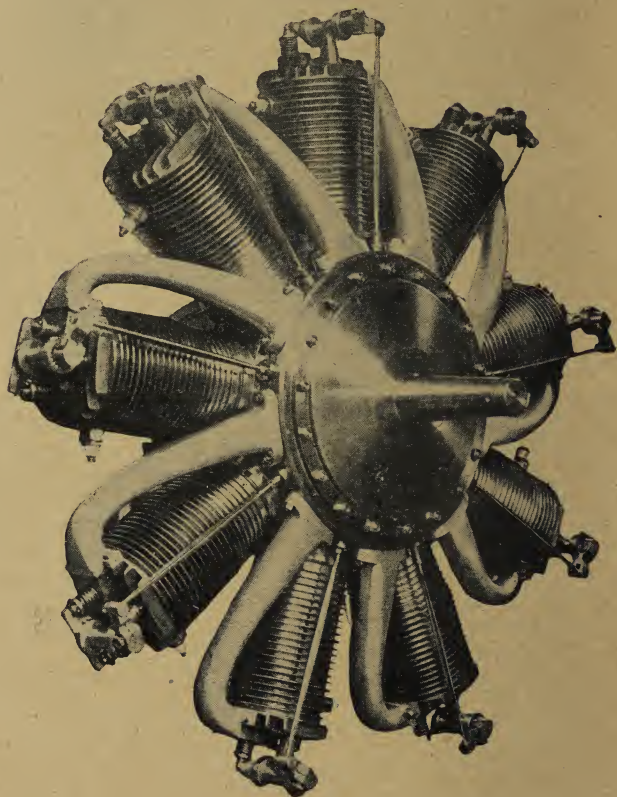


Fig. 183. 80 PS-Neunzylinder-Le Rhône-Motor.

Bennet-Rennen Dritter mit 192 km mittlerer Stunden-  
geschwindigkeit. Auch der Höhenweltrekord von 6150 m  
wurde mit einem 80 PS-Rhône-Motor gewonnen. Während  
des Krieges hatte er sich glänzend bewährt.

Fig. 182 zeigt den siebenzylindrigen 60 PS-, Fig. 183 den  
neunzylindrigen 80 PS-Motor und Fig. 184 den Achtzehn-

zylinder-160 PS. Man erkennt, daß sich das Gas nicht wie bei Gnôme im Kurbelgehäuse befindet, sondern aus einer Kammer durch Rohre dem gesteuerten Saugventil im Zylinderkopf zugeführt wird. Die Steuerung der Ventile erfolgt durch einen gemeinsamen Schwinghebel. Die Bewegung der Stoßstangen wird durch eine doppelte Kurvenscheibe be-

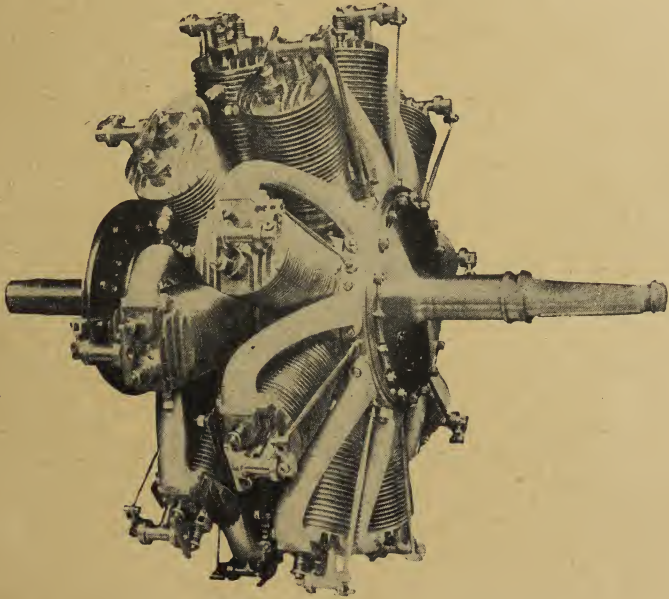


Fig. 184. 160 PS-Achtzehnzyylinder-Le Rhône-Motor.

wirkt. Auf jeder von diesen läuft je eine Rolle eines Schwinghebels, an dem eine Ventilstange angelenkt ist. Die Anlenkung der Pleuelstangen an der Kurbelwelle ist auch anders als beim Gnôme, und zwar derart, daß die Stangenachsen stets auf die Kurbel gerichtet sind. Alle Größen des Rhône-Motors haben dieselbe Bohrung und den gleichen Hub. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die verschiedenen Größen:

Motortypen . . . . .	B	C	D	E
Leistung . . . . . PS	60	80	120	160
Anzahl der Zylinder . . .	7	9	14	18
Bohrung . . . . . mm	105	105	105	105
Hub . . . . . „	140	140	140	140
Minutl. Umlaufzahl . . .	1200	1200	1150	1150
Gesamtgewicht . . . kg	88	112	170	210
Preis . . . . . Fr.	13 000	16 000	24 000	30 000

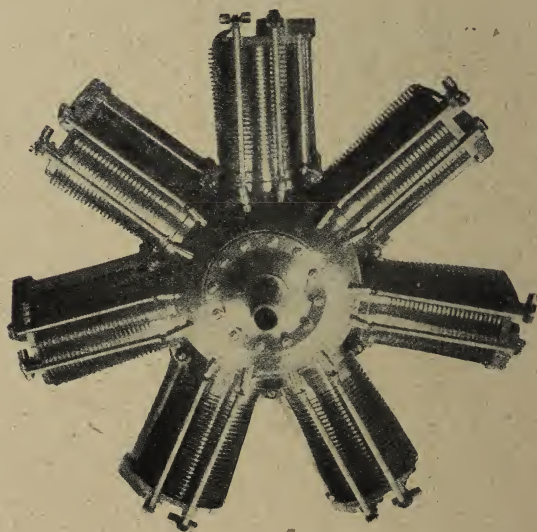


Fig. 185. 50—60 PS-Siebenzylinder-Clerget-Motor.

### Der Clerget-Umlaufmotor.

Die Firma Clerget baut nur eine Größe in Umlaufmotoren, und zwar einen Siebenzylinder von 120 mm Bohrung, 120 mm Hub (Fig. 185). Er leistet bei 1075 minutl. Umläufen 50—60 PS. Die hierbei benutzte Schraube von 2,50 m Durchmesser und 1,60 m Steigung zieht am Stand rund 200 kg. Er verbraucht die Stunde 18 Liter Benzin und 5 Liter Rizinusöl. Sein Gewicht beträgt 91 kg.



Die aus Nickelstahl bestehenden Zylinder tragen im Kopf die gesteuerten Ein- und Auslaßventile. Das Auslaßventil liegt in der Drehrichtung vor dem Einlaß um besser gekühlt zu werden. Die Kolben sind gegossen und tragen



Fig. 186. Das Einsetzen eines „Stahlherz“-Zylinders.

im Gegensatz zu Gnôme drei Ringe und eine aus zwei Teilen bestehende elastische Dichtung.

Eigenartig ist die Lagerung der Schwinghebel für die Ventile. Die Ventilhebel bewegen sich nämlich nicht in Lagerbüchsen, sondern in gehärteten Stahlschneiden wie ein Wagebalken. Sie können daher ohne Ölung auskommen.

### „Stahlherz“-Motor von Schwade.

Unter den deutschen Umlaufmotoren ist der Schwade-Motor einer der ältesten. Er lehnt sich in der Konstruktion ziemlich eng an den Gnôme an und unterscheidet sich von

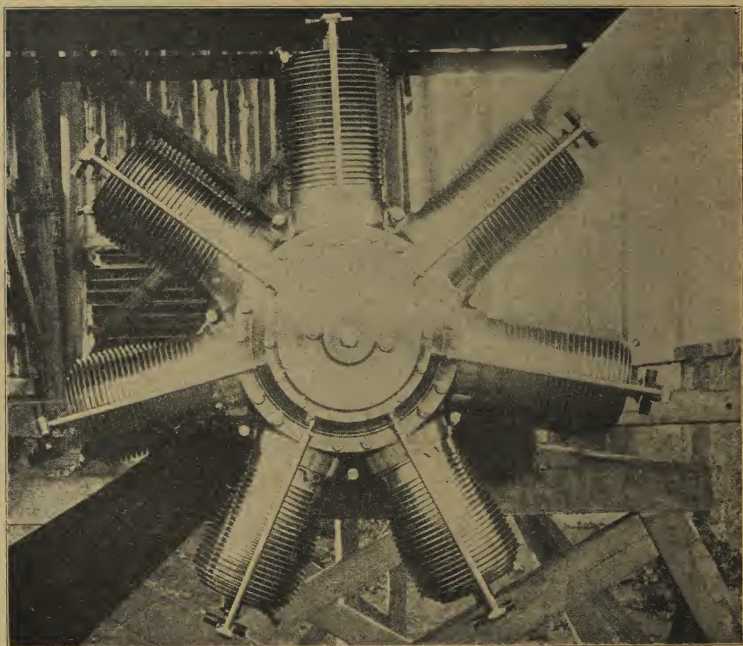


Fig. 187. 80 PS-Siebenzylinder-„Stahlherz“-Motor.

ihm nur durch die Konstruktion der Zylinderbefestigung und dadurch, daß das selbsttätige Einlaßventil nicht in der Zylinderachse liegt. Die Zylinder werden durch eine Art Bajonettverschluß gehalten und können leicht einzeln entfernt werden, wie Fig. 186 erkennen läßt. Fig. 187 zeigt den siebenzylindrigen Schwade-Motor von 80 PS. Der 100 PS-„Stahlherz“-Motor, den Fig. 188 zeigt, hat neun Zylinder.

Die Abmessungen ergeben sich aus der folgenden Zusammenstellung:

Leistung . . . . . PS	50	70	80	100
Zylinderanzahl . . . . .	7	7	7	9
Gesamtgewicht . . . . . kg	78	92	96	137
Preis . . . . . M.	6000	8500	13 000	15 000

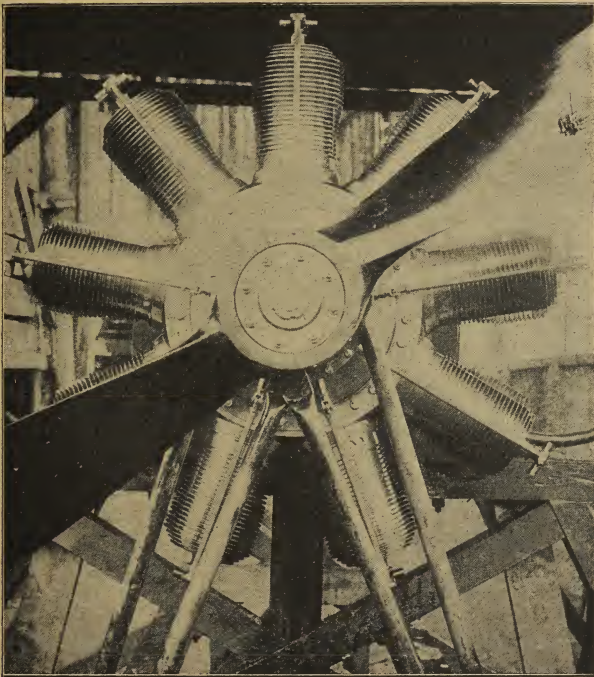


Fig. 188. 100 PS-Neunzylinder-„Stahlherz“-Motor.

### Bucherer-Motor.

Ein deutscher Umlaufmotor, der ähnlich wie der französische von Burlat die hohen Drucke zwischen Kolben und Zylinder zu vermeiden sucht, ist der von Bucherer. Er benutzt zur Geradföhrung der Kolben eine Epizykloiden-



geradführung durch Zahnräder, die auf der Fig. 189 erkennbar sind. Man sieht, daß alle Reibungsdrucke dieses Motors durch Kugellager aufgenommen sind.

### Esselbé-Motor.

Dieser Umlaufmotor hat in der Gasführung Ähnlichkeit mit dem neuesten Gnôme-Motor, dem Einventilmotor. Das

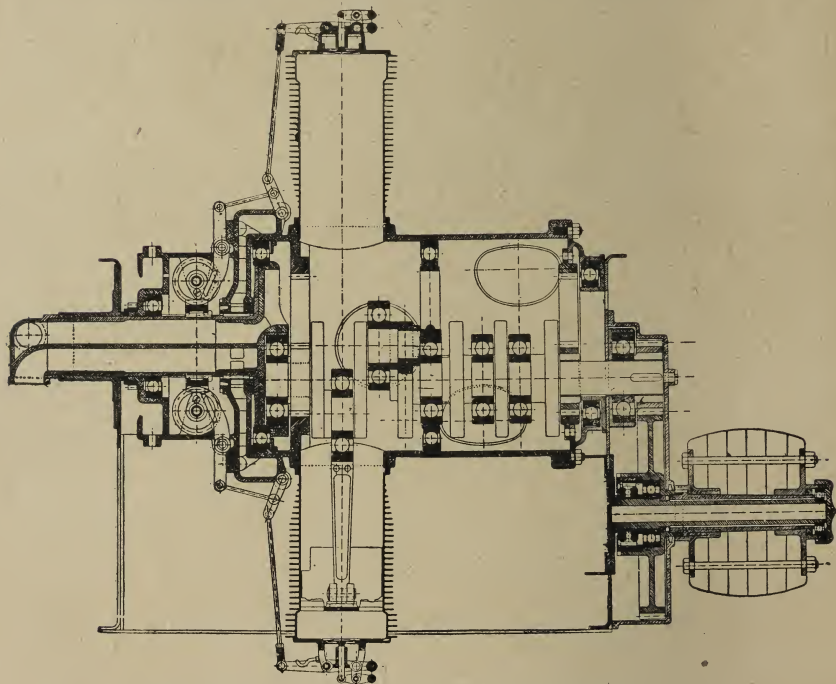


Fig. 189. 100 PS-Achtzylinder-Bucherer-Motor.

Frischgas wird nämlich dem Zylinder in seinem unteren Teile zugeführt, nachdem der Kolben bei seinem unteren Hubende Einlaßöffnungen freigelegt hat. Im Gegensatz zu Gnôme werden diese Öffnungen aber noch durch einen besonderen Ringschieber gesteuert. Der Gasauslaß erfolgt am Zylinderkopf durch einen Ringschieber, der in seinem ein-



gezogenen Ende sitzt. Das Gemisch wird durch besondere Schaufeln durcheinander gewirbelt und ist durch eine Wand vom Gehäuseraum abgetrennt. Die Pleuelstangen sind sehr flach und greifen nebeneinander an einer gemeinsamen Buchse an. Hierdurch wird erreicht, daß die Stangenachsen stets durch die Kurbelachse gehen. Da die Relativbewegungen jeder Pleuelstange gegen die Buchse nur gering sind, ist eine große Flächenpressung zwischen beiden Teilen zulässig. Sie

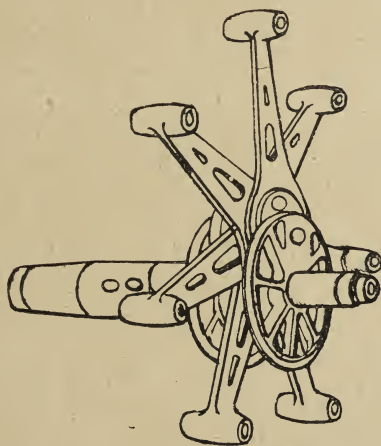


Fig. 190. Pleuelstangen des Esselbé-Motors.

ist indessen wegen des großen Durchmessers der Stangen nicht sehr erheblich. Die Kolben sind aus dem vollen Stahl gedreht und tragen sechs Kolbenringe. Das Öl wird durch zwei ventillose Pumpen zwei Schmierstellen zugepreßt. Fig. 190 zeigt die Pleuelstangen des Esselbé-Motors.

Der Motor leistet bei 1250 Umdrehungen 65 PS. Seine Bohrung beträgt 110 mm, sein Hub 120 mm. Er wiegt 76 kg und kostet 12 000 Fr.

### Siemens-Umlaufmotor.

Eine eigenartige, überlegene Konstruktion eines Umlaufmotors, die das beststeigende Flugzeug des Krieges ermög-

lichte (vgl. Barogramm Fig. 197), ist der Siemens-Umlaufmotor, von dem Fig. 191 u. 192 die Einbauzeichnung gibt.

*Bild 1.*

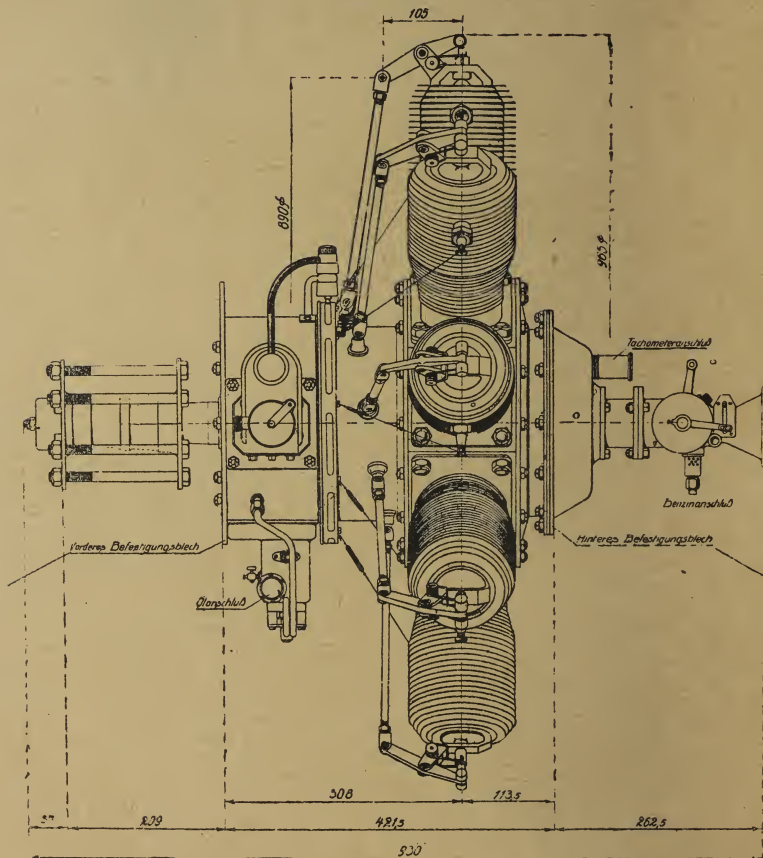


Fig. 191. Siemens-Umlaufmotor.

Die dargestellte Bauart hatte die Einlaßventile im Kolben, während sie bei späteren Ausführungen im Zylinderkopfe sitzen.

Der Motor ist deswegen so günstig, weil er mit einem Ge-

triebe versehen ist. Die Zylinder laufen bei ihm nämlich in entgegengesetzter Richtung wie die Kurbelwelle, da beide Teile durch das Getriebe gekuppelt sind. Infolgedessen macht die mit einem der beiden umlaufenden Teile verbundene Luftschraube etwa 900 Umdrehungen, während die Explosionsanzahl so groß ist, wie bei einem gewöhnlichen Motor von

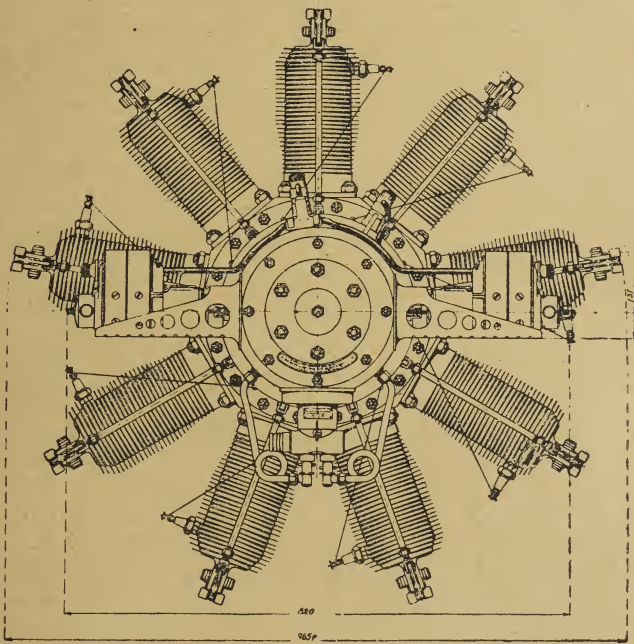


Fig. 192. Einbauzeichnung.

1800 Umdrehungen. Der dargestellte Neunzylinder-Motor hat 114 mm Bohrung, 130 mm Hub und leistet 110—115 PS bei einem Gewicht von 138 kg.

Fig. 193 zeigt den stärkeren Elfzylinder-Motor im Schnitt. Man erkennt das feststehende Kegelrad, das die Gegenläufigkeit von Kurbel und Zylindern sichert. Die Fig. 194—196 zeigen im Schnitt die Kolbeneinlaßventile des

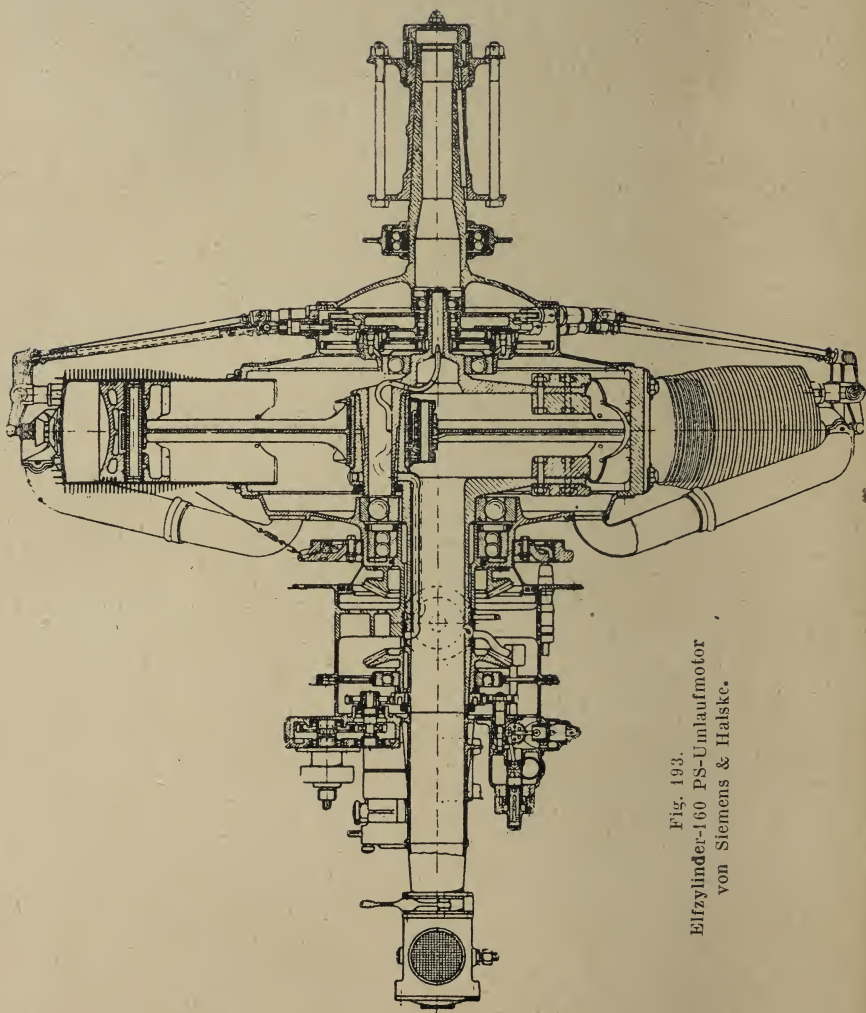


Fig. 193.  
Elfzylinder-160 PS-Umlaufmotor  
von Siemens & Halske.



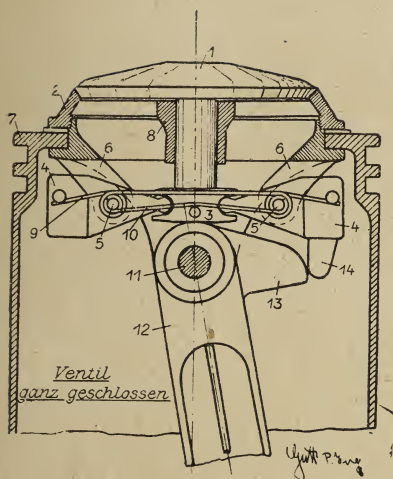


Fig. 194.

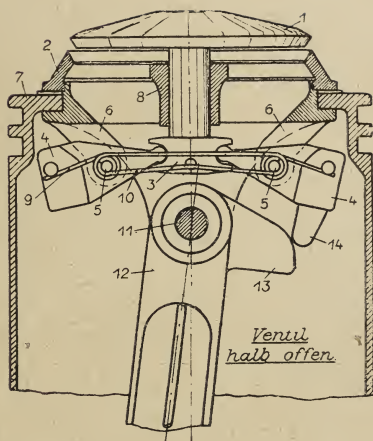


Fig. 195.

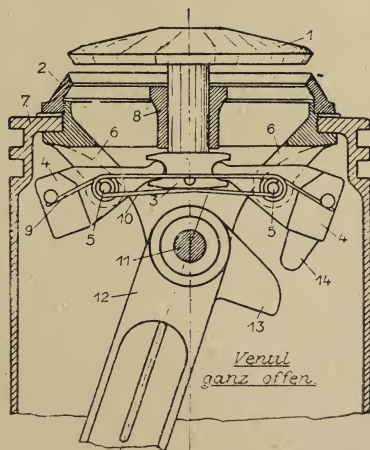


Fig. 196.

Neunzylinders, deren Schluß durch die Pleuelstangennasen gesichert wird. Sie sind im Elfzylinder durch gesteuerte Ventile im Zylinderkopf ersetzt.

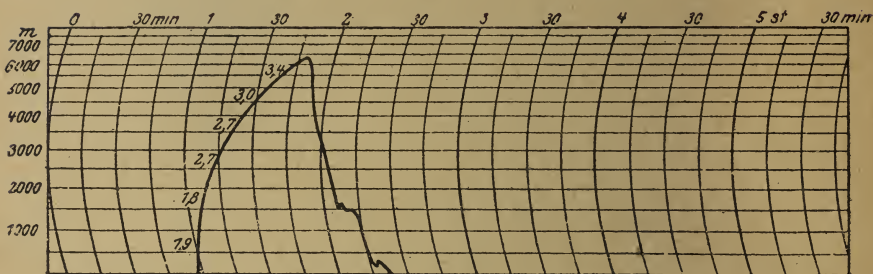


Fig. 197.

Barogramm eines Höhenfluges mit 160 PS-Siemens & Halske-Umlaufmotor.  
Steigzeit für 6000 m Höhe 15.5 Min.

## Die Behandlung der Flugmotoren.

### Die Wartung der Motoren im allgemeinen.

#### Zylinder und Kolben.

Der Flugmotor muß natürlich genau so wie ein Automobilmotor behandelt werden. Da von der Zuverlässigkeit seiner Arbeit indes im allgemeinen mehr abhängt als bei diesem, muß sie mit ganz besonderer Sorgfalt geschehen. Es empfiehlt sich, über jeden Motor Buch zu führen und zu vermerken, wieviel Stunden er gelaufen ist, wann die Ventile nachgeschliffen sind, die Zylinder abgenommen, die Kolbenringe gereinigt usw. Da Vorbeugen besser als Heilen ist, so muß der Motor nach einer größeren Anzahl, etwa 80, Betriebsstunden sowie vor jedem beabsichtigten Dauerflug gänzlich auseinandergenommen und gereinigt werden.

Bei der gründlichen Reinigung des Motors, zu der er gänzlich auseinandergenommen werden muß, legt man sämtliche Teile auf den sauber gereinigten Fußboden oder den Werk Tisch. Dann wird jeder Teil in Petroleum oder Benzin gelegt und gereinigt.

Beim Abnehmen der Zylinder muß man besonders darauf achten, daß die Pleuelstangen nicht gegen die dünnen Kolbenwände oder das Gehäuse schlagen. Das Aufsetzen der Zylinder ist wegen des Einbringens der Kolbenringe von einem Einzelnen schwierig zu machen. Die Ringe müssen dabei von einer Hilfskraft zusammengedrückt werden. Man achte darauf, daß die Stoßfugen der einzelnen Ringe gegeneinander versetzt sind, falls nicht Sicherungen gegen das Drehen der Kolbenringe dies schon von selbst gebieten.

Ist das Öl, das sich in den Kolbenmuten für die Ringe befindet, verdickt oder verbrannt, so werden die Ringe am Federn gehindert. Die Folge davon ist ungenügende Dichtung, so daß das Gemisch bei der Verdichtung zum Teil ins Gehäuse gedrückt wird, und der Motor seine volle Umlaufzahl nicht erreicht, also nicht genügend leistet. Die Säuberung

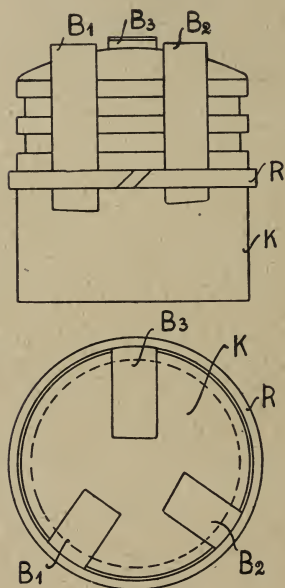


Fig. 198.

Auswechseln der Kolbenringe.

$B_1, 2, 3$  Blechstreifen;

K Kolben; R Kolbenring.

der Ringnuten erfolgt mittels eines Messers oder Blechstreifens, wobei man die Ringe durch untergeschoebene Blechstreifen anhebt. Die gußeisernen Ringe sind recht spröde und springen daher leicht. Beim Einsetzen eines frischen Ringes beachte man, daß man nie einen Ring über einen andern in seiner Nut befindlichen schieben darf. Vielmehr muß der unterste Ring zuerst eingesetzt werden und beim Einsetzen des mittleren Ringes der obere entfernt sein. Damit hierbei der Ring nicht schon in die erste Nut einschnappe, schiebt man zweckmäßig über den Kolben drei dünne Weißblechstreifen ( $B_1, B_2, B_3$ ), wie in Fig. 198 gezeigt ist.

Sollte sich bei der Untersuchung der abgenommenen Zylinder und Kolben ergeben, daß Risse vorhanden sind, also z. B. der Wasser-

mantel durch Frost gesprungen ist, so ist der Flugmotor unter keinen Umständen, wie man es z. B. beim Automobilmotor tun könnte, durch Lötung, Schweißung od. dgl. wiederherzustellen. Der schadhafte Teil ist vielmehr auszuwechseln. Ebenso ist es im allgemeinen nicht zu empfehlen, wenn etwa ein Zylinder eine Furche zeigt oder oval gelaufen ist, diesen Zylinder auszubohren und einen größeren Kolben einzusetzen. Der Massenausgleich des Motors würde



hierunter leiden, was beim Flugmotor noch unzuträglicher ist als beim Automobilmotor.

### Kugellager.

Besondere Sorgfalt verwende man auf die Untersuchung der Lager, und zwar sowohl der Gleit- als auch der Kugellager des Motors. Zeigen die Kugellager Abnutzung, die sich durch Spiel der betreffenden Teile bemerkbar macht, so wechsele man sie aus. Hierbei beachte man, daß man zu dieser Arbeit nie einen Stahlhammer benutze, wodurch die Laufringe leicht beschädigt werden. Die Kugellager sind vielmehr möglichst nur durch Anwendung von Druck oder Zug zu entfernen, wobei die Kraft nicht durch die Kugeln gehen soll.

Ein dazu passendes Werkzeug ist in Fig. 199 dargestellt. Es besteht aus dem Querstück *B*, durch das die Schraube *C* hindurchgeht, und

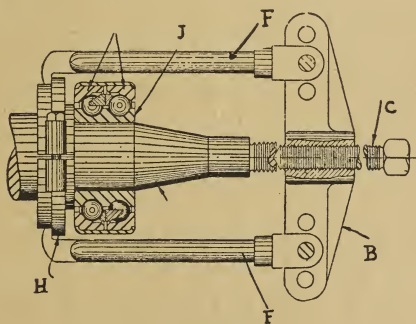


Fig. 199.

das die Stemmarne *F* trägt. Sind deren Nasen zu kurz, um hinter den inneren Laufring zu fassen, so legt man den geteilten Ring *H* dazwischen. Einige kurze Hammerschläge auf das Querstück *B* genügen zur Lockerung des Lagers, falls es dem Schraubenzug widersteht. Zum Wiedereinsetzen des Kugellagers bedient man sich eines bügel- oder rohrförmigen Zwischenstücks, das gegen den inneren Laufring gehalten wird, und die Hammerschläge auf ihn überträgt.

### Gleitlager.

Ist ein Gleitlager abgenutzt oder gar ausgelaufen, so muß es erneuert werden. Am besten erfolgt dies natürlich in der Motorenfabrik. Muß man es selbst machen, so beachte

man, daß diese Arbeit mit ganz besonderer Sorgfalt zu geschehen hat. Ist das Weißmetallager wieder ausgegossen und mit den erforderlichen Schmiernuten versehen, so erfolgt das Einpassen. Man beschmiert den betreffenden Teil der Kurbelwelle mit Tusche, legt die Lagerschalen fest herum und dreht die Welle einmal. Die Stellen, an denen die Tusche das Lager nicht gleichmäßig bedeckt, sind vorsichtig abzuschaben und das Verfahren ist so lange zu wiederholen, bis das Lager gleichmäßig von der Tusche bedeckt ist.

Das Auswechseln der Lagerbuchsen hat nicht durch Hammerschläge zu geschehen, sondern mit Hilfe von Vorrichtungen nach Art der in Fig. 200 u. 201 gezeigten.

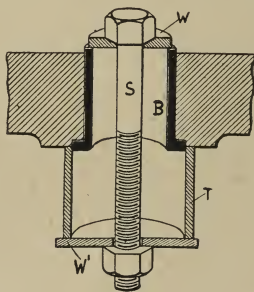


Fig. 200.

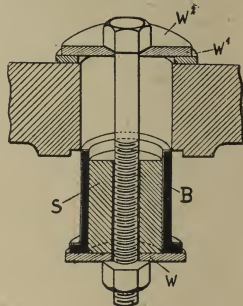


Fig. 201.

Über die abzuziehende Buchse legt man eine starke Scheibe  $W$  von etwas kleinerem Durchmesser als der äußere Durchmesser der Buchse. Auf die andere Seite der Buchse kommt ein Stahlrohrstück  $T$  mit der Scheibe  $W'$ , und durch beide Scheiben wird der Schraubenbolzen  $S$  gezogen. Durch Drehung der Mutter wird die Büchse abgezogen. Ist die Buchse durch einen Stift gesichert gewesen, so mußte dieser natürlich vorher ausgebohrt werden.

Das Einsetzen der Buchse mittels einer ähnlichen Vorrichtung veranschaulicht Fig. 201. Hierbei ist noch ein Pfropfen  $S$  zwischen Buchse und Bolzen geschoben. Die Ränder der einzuführenden Buchse  $B$  sind etwas angeschärft. Ihr Durchmesser ist etwa 0,2 mm größer als der der Öffnung.

## Pleuellager.

Ein Pleuellager nutzt sich hauptsächlich an den Stellen *A* und *A'* ab (Fig. 202). Um es nachzustellen, nimmt man den Deckel ab und feilt soviel an den Stellen *C* der Buchse ab, bis die Luft bei *A* und *A'* verschwunden ist. Hierzu bedient man sich einer flachen Schlichtfeile und achtet darauf, daß die abgefeilten Flächen genau parallel zum Lager bleiben. Das Lager muß nun, wie oben für Gleitlager angegeben, sauber eingeschabt werden. Die Stellen *D* und *D'* in Fig. 202 zeigen etwas übertrieben, wie man die Kanten der Schalen bearbeiten muß, damit das Schmieröl sich gleichmäßig über das Lager verteile.

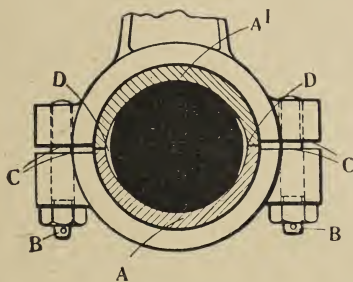


Fig. 202.

## Ventile.

Eine Arbeit an den Zylindern, die häufig erforderlich ist, und die jeder verstehen muß, der mit Motoren zu tun hat, ist das Einschleifen der Ventile. Sie ist indes durchaus nicht so häufig erforderlich, wie sie von manchen vorgenommen wird, da die Ursache schlechter Verdichtung manchmal in den Zündkerzen, den Zischhähnen oder in festsitzenden Kolbenringen liegt.

Ein Ventil dichtet natürlich auch dann nicht ab, wenn Fremdkörper, wie Ruß, Ölkohle od. dgl., den guten Schluß hindern. In diesem Falle genügt Auswaschen mit Benzin.

Ob das Ventil dicht schließt, erkennt man daran, daß Benzin, das man auf das geschlossene Ventil gießt, nicht durchdringt. Hat das bloße Abwaschen des Ventils eine vorhandene Undichtigkeit nicht beseitigt, so muß das Ventil eingeschliffen werden. Die undichten Stellen erkennt man

als schwarze Flecken auf dem Ventilsitz. Das Einschleifen muß so lange fortgesetzt werden, bis das Ventil am Sitz und am Kegel gleichmäßig grau aussieht.

Es geschieht meist in der Weise, daß man nach Entfernung der Ventilsfeder ein Schleifmittel, ganz feinen Schmirgel, fein zerstoßenes Glas od. dgl. mit Öl aufträgt, in den Ventilschlitz einen Schraubenzieher steckt und mit diesem das Ventil auf seinem Sitz hin und her dreht. Diese Arbeit ist recht ermüdend. In den Arbeitspausen hebt man das Ventil an, sieht nach und bringt neues Schleifmittel zwischen Ventil und Sitz.



Fig. 203.

Um das Eindringen des Schmiermittels in den Zylinder selbst zu verhindern, aus dem es schwer zu entfernen ist und seine Abnutzung beschleunigen würde, verschließt man zweckmäßig den Weg vom Ventil nach dem Zylinderinnern mit Putzwolle.

Die Arbeit des Ventileinschleifens kann man sich dadurch etwas erleichtern, daß man den Schraubenzieher in eine Brustleier spannt, wie man sie für die Zentrumborher benutzt und mit diesem natürlich auch nur Viertel- bis halbe Drehungen ausführt, wie oben beschrieben. Fig. 203 läßt das Verfahren deutlich erkennen. Die in der Abbildung sichtbare kleine Spiralfeder ist eingefügt, damit das Ventil beim Absetzen zur Unterbrechung der Arbeit sich selbsttätig abhebt, wobei man leicht das Schleifmittel gleichmäßig verteilt und ersetzt.

Da jedes Ventil nur genau in den Sitz paßt, in den es eingeschleift ist, so muß man sich natürlich hüten, die Ventile zu verwechseln. Man tut daher gut, sie durch Körnerschläge od. dgl. zu zeichnen.

Zuviel Ventileinschleifen ist schädlich. Fig. 204 zeigt, wie die Oberfläche eines gut passenden Ventils mit seinem Sitz abschließt. Da aber beim Einschleifen natürlich sowohl



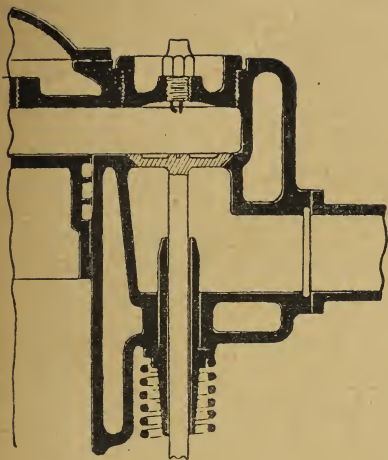


Fig. 204.

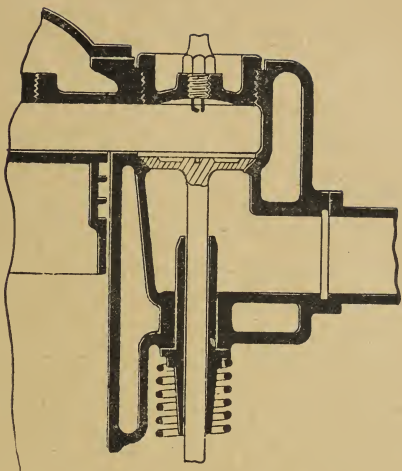


Fig. 205.

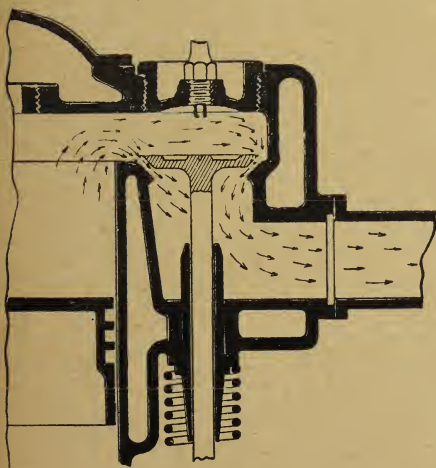


Fig. 206.

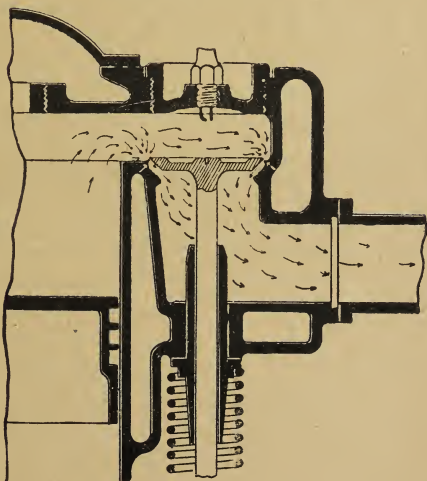


Fig. 207.

vom Ventil als auch vom Sitz Metall verloren geht, so rutscht der Ventilteller tiefer in das Gehäuse hinein, wie Fig. 205 erkennen läßt. Da das Ventil nur um den gleichen Betrag wie früher gehoben wird, so ergeben sich bei der starken

Abnutzung in Fig. 205 erhebliche Strömungswiderstände, die die Leistung des Motors herabsetzen können. Man vergleiche den Zwischenraum beim angehobenen passenden Ventil in Fig. 206 und beim zu tief eingeschliffenen in Fig. 207.

Sehr zu beachten ist auch, daß durch das Tiefersinken des Ventils nach dem Einschleifen der Ventilschaft um ebensoviel weiter reicht. Infolgedessen verkleinert sich der Raum zwischen Ventilschaft und Stößel oder Nocken, der etwa 0,5 mm zu betragen pflegt. Nach dem Einschleifen muß daher die ursprüngliche Entfernung beider Teile durch Drehung der hierfür bestimmten Schrauben wiederhergestellt werden.

### Zündkerzen.

Die Teile des Motors, die mit am häufigsten nachgesehen und gereinigt werden müssen, sind die Zündkerzen. Meist genügt eine gründliche Säuberung mit Benzin, unter Umständen unter Zuhilfenahme einer Bürste. Sollten Ölkohleteilchen zu fest sitzen, kann man sie mit Salzsäure entfernen, muß aber tüchtig mit Benzin nachwaschen. Die Polenden müssen einen Abstand von etwa 0,5 mm haben.

### Die Behandlung des Gnômemotors im besonderen.

Die Umlaufmotoren erfordern ihres eigenartigen Aufbaues wegen auch eine diesem angepaßte Behandlung. Da sie jetzt auch in Deutschland mehr gebraucht werden, sei an dieser Stelle an einem Beispiel, an dem von der Maschinenfabrik Oberursel gebauten Gnôme-Motor, auf die Besonderheit seines Zusammenbaues, sowie etwaige Betriebsstörungen und ihre Abhilfe eingegangen.

### Reinigung und Zusammensetzung des Gnôme-Motors.

Man reinige den Motor äußerlich mit Öllappen und Pinsel, beseitige den bei einem längeren Flug angesetzten Rost, spritze Petroleum durch die Auslaßventile in den Zylinder und drehe den Motor dann einmal an der Luftschraube herum.

Man säubere den auseinandergenommenen Motor mit Benzin und öle die Teile mit Rizinusöl leicht ein. Ganz besonders achte man auf die gründliche Reinigung aller Schmierlöcher.

Erst baue man die Zylinder in das Gehäuse und achte darauf, daß die Zylinderkeile gut in die Nuten des Gehäuses passen. Die Keile dürfen auf dem Rücken nicht tragen, jedoch um so sorgfältiger an den Seitenflächen. Jeder Zylinder ist laufend nummeriert und muß so eingesetzt werden, daß die Nummern in der Richtung des Uhrzeigers fortlaufen. Die einzelnen Nummern befinden sich auf dem Keil und in der Keilnute, ebenso wieder am Gehäuse. Die Gehäuseschrauben sind gut anzuziehen und zu sichern.

Jetzt baue man die Einlaßventile in die Kolben und die Kolben an die Nebenstangen, achte immer wieder auf leichten Gang aller bewegten Teile, sorgfältigste Ölung und gründlichste Sicherung. Die Kur-

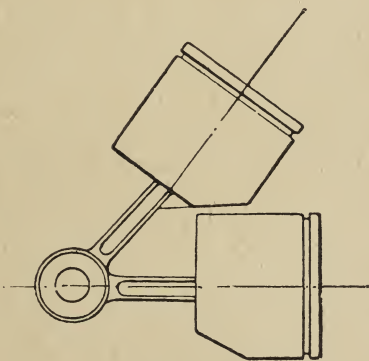


Fig. 208.

belstangen sind entsprechend den Zylindern nummeriert. Beim Einbau der Kolben mit Kurbelstangen lege man sich zunächst die Hauptstange ohne Kugellager und sämtliche Nebenstangen der Nummernfolge nach zurecht, führe dann zuerst die Nebenstangen und zuletzt die Hauptstange ein. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Kolbenaussparungen alle hintereinander (Fig. 208), und zwar entgegengesetzt der Drehrichtung des Motors sitzen.

Nachdem zuletzt die Hauptstange eingeführt ist, befestige man die Nebenstangen an der Hauptstange mittels der Kurbelbolzen und füge nacheinander die Kugellager ein, die gleichzeitig die Sicherung der Kurbelbolzen bilden. Die

Kugellager dürfen nur mit Hartholz oder Kupferbolzen eingetrieben werden.

Jetzt führe man die Kurbelwelle von der Zündkerzen-seite aus in die Hauptstange ein und gleichzeitig von der anderen Seite die Steuerungskurbel. Die beide Teile zusammenhaltende Mutter muß gut angezogen und gesichert werden.

Das Kurbelwellenlagergehäuse, in das die beiden Kugellager bereits eingesetzt und gesichert sind, wird nun über das lange Ende der Kurbelwelle geschoben und am Gehäuse verschraubt und gesichert. Hierbei ist ständig das ganze Kolbensystem zu drehen, damit die Gewißheit vorhanden ist, daß kein Teil sich eckt. Nun legt man den Motor wieder um, und zwar mit der vorstehenden Kurbelwelle nach unten und befestigt den Steuerungsgehäusedeckel mit Stoßführungen, Ventilstößel und Ventilstangen am Gehäuse. Die Ausströmventile werden eingebaut, gut gedichtet und gesichert, die Nockenbüchse mit aufgebauten Ausströmnocken, Steuerungsantrieb und Nockenrad über die Steuerungskurbel geschoben und der Steuerungsgehäusedeckel bzw. der Luftschraubenzapfen, nachdem die Planetenräder angebaut und die Nocken eingestellt sind, an dem Steuerungsdeckel befestigt.

Nachdem die Auslaßventilsteuerung vollständig montiert und eingestellt ist, wird der Motor wieder herumgedreht, der Stromverteillerring aufgesetzt und das Pumpen- und Magnetantriebsrad am Kurbelwellenlagergehäuse befestigt. Dann können die Zündkerzen eingeschraubt und mittels der Messingkabel mit den entsprechenden Drahthaltern am Stromverteiler verbunden werden. Jetzt wird die Motor-aufhänge- und Zentrierscheibe aufgezo-gen und befestigt, Zündapparat, Ölpumpe und Vergaser angeschraubt und angeschlossen, und der Motor ist wieder betriebsfähig.

Unter allen Umständen ist bei all diesen Arbeiten auf sorgfältigstes Einsetzen aller Dichtungen, festes Anziehen und peinlichstes Sichern aller Schrauben zu achten.



Zusammenbau einzelner Teile im besonderen.

Zum Einbau der Kurbelstangen in die Kolbenbolzen-  
gabeln schiebe man sie mit ihrem starken Ende (Fig. 209)  
in die Gabel, führe den  
Kolbenbolzen *i* ein und  
achte darauf, daß die  
gegen Verdrehen sichernde  
Nase in die Nut der Gabel  
richtig eingeführt wird.  
Dann steckt man in die  
Bohrung des Bolzens ein  
mit beiden Enden vor-  
stehendes Kupferröhrchen,  
über das die Scheiben *j*  
beiderseits aufgeschoben werden. Durch Verstemmen des  
Kupferröhrchens auf beiden Seiten wird der Bolzen ge-  
sichert. Bei Ersatz der Scheiben *j* achte man darauf, daß  
diese richtig ausgeführt sind; es können keine beliebigen  
Scheiben verwendet werden.

Man befestigt jetzt mit  
einem besonderen Schlüssel *L*  
(Fig. 210) den Kolben an die

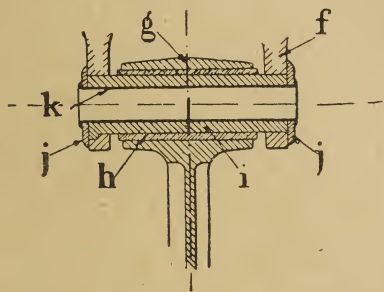


Fig. 209.

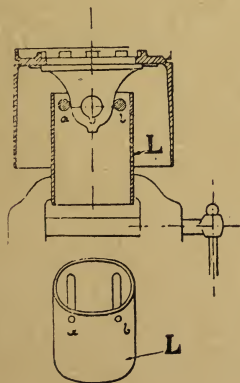


Fig. 210.

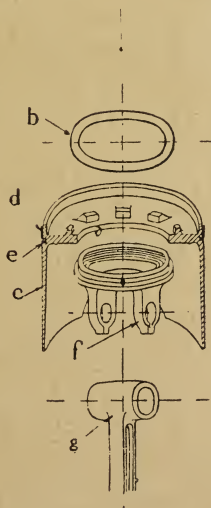


Fig. 211.

Kolbenbolzengabel. Dieser Schlüssel besteht aus einer Röhre, die mit zwei Anschlägen *a* und *b* versehen ist. Die Röhre wird sorgfältig in einem Schraubstock befestigt und die Kurbelstange so eingebracht, daß die Gabel zwischen die beiden Anschläge kommt. Dies geschieht, um ein Verdrehen des Kolbens zu vermeiden, das beim Anschrauben des Einlaßventils auftritt.

Man befestige den Kolben an der Kolbenbolzengabel und sehe zu, daß er gut festsetzt, ebenso die Nase der Gabel an dem hierfür bestimmten Platz im Kolben. In dieser Stellung steht der Gabelansatz etwa 1—2 mm vom Kolbenboden entfernt.

Man nehme nun eine Rotkupferdichtungsscheibe *b* (Fig. 211), bestreiche sie mit Graphit und füge sie zwischen Kolbenbolzengabel und Einlaßventilsitz. Es ist zu beachten, daß das Ventil sich nicht lösen darf und die Dichtung daher so fest angezogen werden muß, daß ein Lösen unmöglich ist.



Fig. 212.

Durch Aufbiegen der Scheibe nach Fig. 212 kann eine besondere Sicherung gegen Lösen hergestellt werden, die aber bei weicher Scheibe und festem Anziehen nicht erforderlich ist.

Einsetzen der Kurbelstangen mit den Kolben.

Wenn die Zylinder der Reihenfolge nach im Gehäuse befestigt sind, so legt man das Ganze am besten auf einen besonderen Montagebock (Fig. 213) und schiebt einzeln der Reihenfolge nach Nebenstangen und Hauptstange mit Kolben vorsichtig in die Zylinder und beachte besonders, daß der Dichtungsring nicht verletzt wird. Fig. 214 und 215 zeigen das Einschieben des Kolbens bei gleichzeitiger Verdrehung der Stange in die Horizontalebene. In dem Augenblick, in dem die Hauptstange gedreht wird, um die Nebenstangen zu befestigen, kann man die Drehung nach rechts oder



Fig. 213.

links je nach der Drehrichtung des Motors bewerkstelligen. Man richte es so ein, daß die Kolbenaussparung sich in der Umdrehungsrichtung hinten befindet. Auf jeden Fall müssen alle Nummern auf derselben Seite sein. Beim Einsetzen der Kurbelbolzen achte man darauf, daß die Nasen in die richtigen Aussparungen kommen. Mit dem Einsetzen der beiden Kugellager ist dann das ganze Kurbelstangen- und Kolbensystem fertig zusammengebaut.

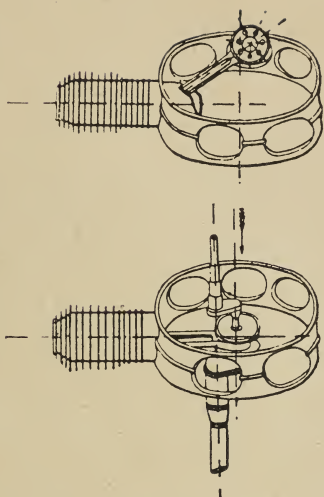


Fig. 214 u. 215.

### Zusammenbau des Einlaßventils (Fig. 216).

Das eigentliche Einlaßventil setzt sich aus mehreren Hauptteilen zusammen, nämlich:

- dem Einlaßventilsitz,
- dem Einlaßventilkegel,
- dem Gegengewichtshalter.

Letzterer ist so ausgebildet, daß er die Gegengewichtsbolzen Nr. 579 aufnehmen kann. Der Ventilkegel hat seine Aussparung, in die die Gegengewichte Nr. 786 mit ihren Zapfen eingreifen. Die Gegengewichte sind so bemessen, daß sie bei der Drehung alle Fliehkräfte des Ventilkegels aufheben und der Ventilkegel vollständig ins Gleichgewicht kommt, um während der Verdichtungs-, Verbrennungs- und der Auslaßperiode auf seinem Sitz dicht schließen zu können.

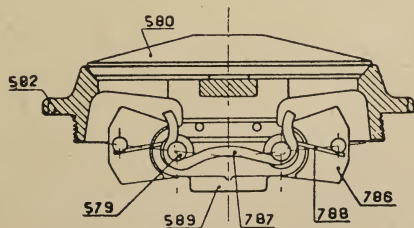


Fig. 216.

Durch die Einlaßventilfeder Nr. 788 wird außerdem für den rechtzeitigen Ventilschluß Sorge getragen, 787 ist die Bolzensicherung.

Die Ventilfeder ist in Ordnung, wenn sich das Saugventil beim Anhängen eines 4,5 kg-Gewichtes gerade abhebt.

### Das Kurbelwellenlagergehäuse

bildet mit den großen Kugellagern und dem Drucklager ein Ganzes und soll nur in den allerseltensten Fällen auseinandergenommen werden. Beim Wiederezusammenbau ist darauf zu achten, daß die Kugellager-Stellmutter gut gesichert wird und eine Klemmung in den Lagern nicht eintritt.

Beim Einsetzen des Staubschutzringes ist zu beachten, daß die Lederscheibe nicht zu fest angezogen, mithin eine zu starke Reibung vermieden wird. Diese Unvorsichtigkeit würde einen schnellen Verschleiß der Lederscheibe herbeiführen.

Bevor das Innere des Motors endgültig verschlossen wird, versäume man nicht, etwa  $\frac{1}{4}$  Liter Rizinusöl einzufüllen, und bevor die Verschlußschraube auf die Luftschrauben-nase gesetzt wird, sind noch einige Öleinspritzungen zu machen, damit ja alle Teile genügend Öl haben, wenn der Motor anspringt und die Ölpumpe, das Öl noch nicht an die letzte Verbrauchsstelle bringen konnte.

### Die Auslaßventile

sind so auf ihrem Sitz zu befestigen, daß die Ventilhebel möglichst parallel der Motorenachse stehen. Wenn die Ventilkegel durch die Ventilrollen und -stangen auf ihren Sitz gedrückt sind, müssen sie noch etwa 1 mm weiter heruntergehen, damit in dem Gestänge dieser Spielraum vorhanden ist. Wenn die Ausströmventilsteuerung ohne Spielraum arbeiten würde, so läuft man Gefahr, daß Teile der Steuerung brechen.



### Einstellung des Auslasses (Fig. 217).

Der Zylinder Nr. 1 wird so gestellt, daß er sich  $5^{\circ}$  nach dem oberen Totpunkt befindet; in dieser Stellung schließt gerade das Auslaßventil. Jetzt dreht man die Nockenbüchse von rechts nach links so weit, daß der Nocken Nr. 1 gerade die Steuerrolle berührt, ohne sie zu heben, jedoch muß die Gegengewichtsrolle auf dem Ventilkegel aufliegen.

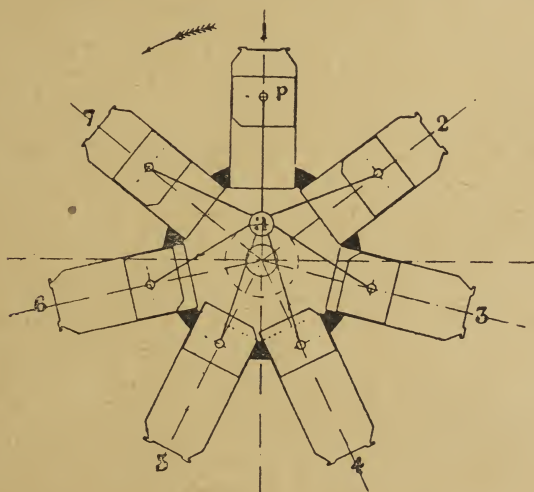


Fig. 217.

In dieser Stellung müssen sich zwei Zähne des Nockenrades genau hinter zwei Zähnen des Steuerungsantriebsrades befinden, und zwar in der Achse des Zylinders Nr. 1. Eine etwaige Abweichung wird ausgeglichen, indem man den Motor im Sinne der kleinen Differenz dreht. Hierauf werden die sich auf der inneren Seite der Propellerzapfen befindlichen Umlaufräder so weit gedreht, daß sich je acht Zähne genau gegenüberstehen. Damit sich die Räder nicht verdrehen können, werden sie mittels Stifte durch den Propellerzapfen festgehalten. Beim Aufstecken des Propellerzapfens müssen die Zähne der Planetenräder genau in die Lücken

des Nocken- und Steuerungsantriebsrades passen. Bei Nichtbeachtung obiger Vorschrift klemmen sich die Zahnräder.

Die Auslaßventile sollen zu öffnen beginnen, wenn der betreffende Zylinder, also beispielsweise derjenige Nr. 1, etwa  $60^{\circ}$  vor seiner unteren Tieflage in der Drehrichtung des Motors gesehen steht. Die ganze Öffnungsdauer des Auslaßventils soll also rund  $245^{\circ}$  des Zylinderkreises betragen.

### Zündung.

Man bringt den Zylinder Nr. 5 genau in die untere Totpunktlage und stellt die Zündung für Zylinder Nr. 2 ein,

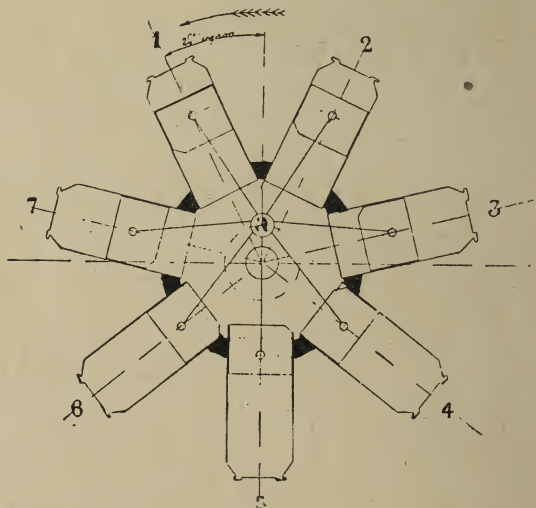


Fig. 218.

der sich jetzt etwa  $26^{\circ}$  vor der oberen Totpunktlage befindet. In diesem Augenblick muß die Zündung dieses Zylinders erfolgen. Zwecks richtiger Einstellung bringt man das Zahnrad des Magnetapparates außer Eingriff und stellt ihn auf Zündung, worauf das Antriebsrad wieder in Eingriff gebracht wird.

## Die Ölpumpe

arbeitet selbsttätig, und es ist nicht nötig, sie einzustellen. Man hat sich nur davon zu überzeugen, daß das Öl in genügender Menge zufließt, was man leicht an der Luftglocke ersehen kann. Es dürfen in ihr keine Luftblasen entstehen, weder bei Ingangsetzung, noch während des Betriebes.

### Unterhaltung und Reinigung.

1. Ausströmventile. Die Auslaßventile liegen ganz frei und sind leicht abzubauen. Zu ihrer Wartung genügt eine mäßige Schmierung von Zeit zu Zeit und Auswaschen mit Benzin. Man beachte das notwendige Spiel am Gestänge von 1 mm und das Dichtschließen der Ventilsitze.

2. Einlaßventile. Sind die Auslaßventile abgebaut, so kann bei dieser Gelegenheit gleichzeitig auch der Einlaßventilsitz nachgesehen werden. Wenn man in die Bohrung des Ventilkegels ein dreieckiges Holz einklemmt, so kann man leicht feststellen, ob die Federspannung am Einlaßventil noch die richtige ist. Häufig sind sie nur verschmutzt und es genügt ein Reinigen. Falls sie ausgeglüht sind, kann man sie nachrichten. Schließen die Einlaßventile nicht, so soll man den Motor nicht weiterlaufen lassen, ohne die Ventile in Ordnung gebracht zu haben. Es können nämlich bei undichten Einlaßventilen durchschlagende Zündungen das Schmieröl derart verkohlen, daß die Schmierlöcher verstopft werden, jeder Zufluß aufhört, Kolbenbolzenlager anfressen und sogar auch die Pleuelstangen bis zum Biegen erhitzt werden.

3. Kurbelstangen. Man versichere sich von Zeit zu Zeit, daß die Fußlager dieser Stangen nicht warm laufen, und man sehe vor allem danach, daß die Pleuelstangen-Schmierlöcher sich nicht durch verkohltes Öl verstopft haben.

Für das sichere Arbeiten des Motors ist zuverlässige richtige Schmierung Lebensbedingung.

4. Die Zylinder. Man lasse nur durch ganz erfahrene Mechaniker die Zylinder, falls es notwendig erscheinen sollte, abnehmen. Im Falle der Zylinder eine starke innere Reibung ausgehalten hat, was sich äußerlich durch bläulich-braunen Anlauf zeigt, muß untersucht werden, ob die Ursache mangelnder Zuführung von Schmieröl zuzuschreiben ist. Man stelle zunächst fest, ob das Luftloch des Schmieröltanks in Ordnung ist, die Ölpumpe richtig arbeitet und alle inneren und äußeren Ölkanaäle in gutem Zustand sind. Hierauf muß der Kolben und besonders der Dichtring nachgesehen werden, und wenn diese Teile in Ordnung sind, beseitige man die am Zylinder etwa verursachten Rillen mit ganz feinem Schmirlgel.

Wenn bei unsanfter Landung des Flugzeugs der Boden von dem Motor berührt wird, so geht dies meistens ohne Beschädigung der Zylinder ab, und es ist unter Umständen nur notwendig, die Auslaßventile zu ersetzen. Manchmal kann indes bei dieser Gelegenheit auch ein kaum feststellbarer Riß in einem Zylinder entstehen, der sich dann während des Betriebes erweitert. In einem solchen Falle ist es unbedingt ratsam, den Motor zur Untersuchung einzusenden. Manchmal zeigt sich auch in der Längsachse des Zylinders ein bläulich-bräunlicher Streifen. In diesem Falle hat der Kolben dann in der Regel einen Riß erhalten, und seine Auswechslung ist dringend erforderlich.

Bei den Typen  $\Omega$  und  $\Omega\Omega$  sind die Zylinderkeile, die zur Festhaltung der Zylinderringe dienen, von Zeit zu Zeit nachzukeilen, da sich sonst ein Spielraum bildet, der eine anormale Beanspruchung des Zylinders verursacht.

5. Kolbenringe. Beim Nachsehen der Kolben achte man darauf, daß die Kolbenringe frei in ihren Nuten spielen.

6. Steuerung. Diese bedarf keiner besonderen Wartung. Es ist jedoch sorgfältig darauf zu sehen, daß die feinen Ölkanaäle und Bohrungen in der Nockenmuffe und in der Welle nicht verstopft sind.



## Ursachen von Betriebsstörungen beim Gnômemotor und ihre Abhilfe.

Bevor der Motor angelassen wird, ist folgendes nachzusehen:

1. Ob das Druckventil zu dem unter Überdruck stehenden Behälter dichthält.
2. Ob die Zylinder fest im Gehäuse sitzen.
3. Ob die Luftschraubenmuttern gesichert sind.
4. Ob der Verteiler und seine Pole sauber sind. Nötigenfalls reinige man die Kontaktstücke mit einem sauberen, benzingetränkten Lappen.
5. Ob die Zündkerzen gut festgeschraubt, nicht verschmutzt und die stromführenden Messingdrähte auf das sicherste befestigt sind.
6. Ob alle Schrauben der Kurbelwellenbefestigung gut angezogen sind.
7. Ob die Schrauben an den Zylinderköpfen, die die verschiedenen dort befindlichen Organe halten, sicher sitzen.
8. Ob die Auslaßventilfedern die erforderliche Spannung besitzen.
9. Man blase die Benzinleitungen durch, vor allem überzeuge man sich, daß der Vergaser sauber und die Düse nicht verstopft ist.
10. Durch langsames Drehen der Luftschraube bei abgestellter Zündung stelle man fest, ob die Zylinder und Ventile gut dichthalten. Die Luftschraube muß zurückfedern, wenn die Verdichtung gut ist. Ist dies nicht der Fall, so liegt der Fehler meist an verschmutzten Auslaßventilen, die infolgedessen nicht mehr dicht schließen. Man drehe sie mit einem Schlüssel hin und her, nachdem etwas Benzin aufgegossen ist, damit sich der Sitz wieder reinigen kann. Ist die Verdichtung in Ordnung, so befestige man das Zündkabel, stelle die Gas- und Luftzufuhr so ein, daß ein reiches Gemisch entsteht, und drehe nun die Luftschraube durch Zug am linken Flügel

an. Man beachte hierbei, daß das Flugzeug festgehalten wird, damit es nicht den Anwerfenden überrennt. Einige Tropfen Benzin mit der Spritze durch die geöffneten Auslaßventile in die Zylinder gespritzt, erleichtern das Anwerfen. Die normale Drehzahl des Motors von 1200 wird am Drehzahlmesser abgelesen. Ist ein solcher nicht vorhanden, so kann man die Umlaufzahl durch Zählen der Pulse im Ölglas feststellen, wenn man beim Siebenzylinder ihre in der Minute ermittelte Anzahl mit der Zahl 14,28 multipliziert.

Sofort nach jedem Fluge spritzt man zweckmäßig bei handwarmem Motor etwas Petroleum in jeden Zylinder und dreht zweimal nach jeder Richtung.

Zeigen sich während der Arbeit des Motors Unregelmäßigkeiten im Gange, so geben sich diese auf verschiedene Art je nach ihrer Ursache kund.

1. Es kann, wenn der Motor plötzlich zu schlagen beginnt, eine Auslaßventilfeder gebrochen sein, doch zwingt dies nicht zur Landung, da durch die Drehung des Motors der Ventilschluß auch ohne Federn bewirkt wird.
2. Läßt die Allgemeinleistung nach, so ist entweder
  - a) der Benzinvorrat schon so weit verbraucht, daß der durch das Regelventil gehende Druck nicht mehr zur Zufuhr genügt, also „Auffüllen“, oder
  - b) die Tankschraube schließt nicht dicht, so daß der Druck entweicht, also „Dichtung dieser“.
  - c) Die Störung liegt an den Leitungen oder am Druckventil, folglich „Aufpumpen des Druckes mit der Handpumpe“. Hält dieser gemäß Manometerbeobachtung nicht, so ist Ventilkegel und Sitz zu reinigen. Liegt die Störung an der Leitung, Durchblasen dieser oder Untersuchung auf Undichtigkeit.
  - d) Bei älteren, stark angestrengt gewesenen Motoren läßt oft die Leistung nach. Die Ursache ist, daß die Ventile nicht mehr dicht schließen. Diese sind dann mit Bimssteinpulver und Öl passend nachzuschleifen,

worauf man die Probe mit aufzugießendem Benzin macht, das nicht durchsickern darf.

3. Klopfen des Motors kann durch ausgebrannte Lager verursacht sein, und diese sind dann am besten in der Fabrik zu ersetzen. Auch kann ein Klopfen auftreten, falls bei den Motoren  $\Omega$  und  $\Omega\Omega$  die Zylinder schlecht im Gehäuse verkeilt sind. Diesem Übelstand ist dann sofort abzuhelpfen, da er die Zylinder übermäßig anstrengt.

Es entsteht ein Klappern bei jeder Verbrennung, wenn die Schrauben, die die Kurbel mit den Befestigungsblechen verbindet, nicht fest sind.

4. Unregelmäßiger Gang ist oft verschuldet durch Fehlzündung in einem oder mehreren Zylindern. Hierbei muß man Magnet und Zündkerzen nachsehen.

- a) Man prüfe den Anlaßmagnet auf Strom, indem man einen an ihm befestigten Kupferdraht einem (benzin-freien) Teil des Motors nahe hält und die Luftschraube dreht, wobei ein Funke überspringen muß.

- b) Ist dies nicht der Fall, so ist Drahtumwindung der Primär- und Sekundärspule, unter Umständen auch des Kondensators (eines seiner Blätter kann Erdschluß haben) in schlechtem Zustand.

Man schicke den Apparat sofort zur Untersuchung.

- c) Die Fäden des Stromunterbrechers können bloßgelegt sein und verhindern, den Primärstrom zu unterbrechen.

Man schicke den Apparat sofort zur Untersuchung.

- d) Die Platinschrauben sind unsauber oder sitzen schlecht auf. Reinigen und derart abfeilen, daß ihre Oberfläche richtigen Kontakt gibt. Man regle den nötigen Abstand durch ein 0,3—0,4 mm starkes, zwischen die Platinschrauben zu schiebendes Blech, wenn der Abreißhebel sich auf dem Höhepunkt des Nockens befindet. Dieses Blech ist am Schlüssel befestigt.

- e) Die Abnehmerkohle gebrochen, also „Ersetzen“.

- f) Die Abnehmerkohle verfettet: Mit Benzin zu reinigen.

- g) Man schraube die Zündkerzen heraus, reinige sie trocken mit feiner Schmirgelleinwand und prüfe den Abstand der Elektroden, der 0,4—0,5 mm betragen soll, schließe sie an ihre Messingdrähte an und beobachte, ob beim Drehen der Luftschraube Funken überspringen.

Nicht-Funkengebende Kerzen wechsele man aus und halte immer gute Kerzen in Vorrat.

#### Sonstige Störungen an der Zündung.

- a) Das Kabel, das die Magnetkohle mit der auf dem Stromabnehmer schleifenden Kohle verbindet, ist mit einem metallischen Gegenstand in Berührung und verhindert so den Strom, zu den Kerzen zu gelangen. Der bloßgelegte Draht muß mit Isoliermasse umgeben werden (Isolierband).
- b) Der Hartgummiring des Stromverteilers ist beschädigt oder gebrochen, so daß ein oder mehrere Kontakte Erdschluß haben. Man ersetze den Verteiler.
- c) Der lange Messingdraht, der Zündkerze mit Verteiler verbindet, ist brüchig und muß ersetzt werden.

Bei Zündstörungen sehe man also:

nach den Kerzen,

nach den langen, auf der Rückseite des Motors hinablaufenden Messingdrähten,

nach dem Stromverteiler,

nach dem Stromunterbrecher,

nach dem Magnetapparat.

5. Kommt ein sonst fehlerfreier Motor nicht auf seine Drehzahl, so ist dies auf schlechtes Gasgemisch zurückzuführen, das entweder zu reich oder zu arm ist.

Zu reich, wenn die Düsenöffnung zu groß, zu arm, wenn diese zu klein oder nicht rein ist. Vom Löten herührende Teilchen können die Zuleitungsrohre verstopfen oder verkleinern, ebenso wie sich absetzender Schlamm ungefilterten Benzins.



6. Die Ölzufuhr kann unvollkommen sein und Heißlaufen einzelner Teile, sowie deren Beschädigung eintreten. Man versichere sich zunächst, daß das Luftloch des Ölbehälters offen ist und der Behälter genug Rizinusöl enthält, auch die Zuleitungsröhren sauber sind. Ist dies in Ordnung, untersuche man die Schmierlöcher des Gestänges. Die Öllöcher der Pleuelstangenköpfe verstopfen sich leicht, wenn die Ansaugventile verbogen sind und schlecht schließen, so daß die verbrannten Explosionsgase zu dem Gestänge durchdringen und dieses erhitzen. Falls die Öllöcher der Zylinder und Kolben verstopft sind, bewirkt dies ein Verbrennen der Dichtungsvorrichtungen und bei nicht sofortiger Abhilfe eine mehr oder minder schwere Zylinderbeschädigung. Es ist vor allem darauf zu achten, daß nur gut gefiltertes Rizinusöl vom spez. Gewicht 0,960—0,970 Verwendung findet.
7. Kompressionsmangel tritt in verschiedenen Fällen ein:
  - a) Wenn der Dichtring verschmutzt ist und anklebt: „Reinigen“.
  - b) Die Einlaß- oder Auspuffventile verschmutzt sind oder nicht gut schließen: „Nachschleifen mit Öl und Bimssteinpulver“. Man mache auf dem Ventilsitz einige Kreidestriche und führe den Ventilkegel ein. Es müssen sich die Striche genau gleichmäßig auf dem Ventilsitze abdrücken, wenn man das Ventil leicht auf seinen Sitz schlägt.
  - c) Die Zündkerze nicht dicht aufsitzt: „Dichtung nachziehen“.
  - d) Die Dichtringe und Kolbenringe abgenutzt sind: „Erneuerung“. Wenn man bei den ersten Umdrehungen des Motors ein ungewöhnliches Geräusch hört, so ist es meist auf nicht richtig angezogene Kurbelwellenbefestigungsmuttern zurückzuführen. Entstehen während des Betriebes Unregelmäßigkeiten, und setzen ein oder mehrere Zylinder aus, so muß man am Magnetapparat, den Zündkerzen oder am Einlaßventil nachsehen.

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**  
**Berlin W 62, Lutherstraße 14**

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

**Band 15**

# **Baustoffe und Bauteile des Flugzeugs**

**Hilfsbuch für den Konstruktionstisch**

von

**Prof. Dr. Fritz Huth**

**200 Seiten mit 98 Abbildungen**

**Preis gebunden Mark 14.—**

**Dazu der ortsübliche Sortimentszuschlag**

## **INHALT:**

Vorwort — Baustoffe — Holz — Stahl — Aluminium und Aluminiumlegierungen — Kupfer und Kupferlegierungen — Metallanstriche — Flugzeuglacke — Bauteile — Bauteile des Flugzeuggestells — Drähte — Stahlband — Drahtseile — Stahlrohre — Kupferrohre — Messingrohre — Aluminiumrohr — Holzplatten — Holzrohre — Spannungsstoffe — Stahlfedern — Gummifedern — Spanschrauben — Kabelklemmhülsen — Seilrollen — Laufräder — Bauteile des Antriebs — Zahnräder — Stirnräder — Kegelhäder — Ketten und Kettenräder — Rollen- und Blockketten — Zahnketten — Kugellager und Rollenlager — Vergaser — Zündmagnete — Elektrische Sammler — Zündkerzen — Kühler — Brennstoff- und Ölbehälter — Luftschrauben — Tachometer — Manometer — Wasserpumpen — Standmesser — Biegsame Wellen — Schalldämpfer — Kupplungen — Handluftpumpen — Ölpumpen — Überdruckventile — Dichtungen — Bedienungsteile — Steuerhäder — Bedienungshebel — Zubehörteile — Wind- und Fluggeschwindigkeitsmesser — Kompass — Stabilisatoren — Zugmesser — Flugzeugbeleuchtung.

isse



# Vergleichende Übersicht über die Flugmotoren (z. T. Ergebnisse von Motorprüfungen der deutschen Militärbehörde).

Firma	Bezeichnung	Stand oder Umlauf	Nennleistung	Anzahl der Zylinder	Bohrung in mm	Hub in mm	Hubraum	Verdichtungsgrad	Drehzahl		Mittlere Drehzahl	Mittleres Drehmoment	Mittlere Leistung	Mittlerer Arbeitsdruck	Verbrauch für PS u. Std.		Motorgewicht mit Wasser und Öl	Wasserinhalt	Ölinhalt	Einheitsgewicht kg PS	Literleistung	Höchstpunkt der Leistungskurve bei		
									des Motors	der Luftschr.					Benzin	Öl						Umdr.	PS	Benzin PS
Adlerwerke . . . . .	Ad IV	St S	200	8	116	160	13,53	5,1	2000	1250	1960	85,5	234	7,92	223	19	312	11,7	4	1,335	17,3	—	—	—
	As II	St	120	6	130	140	11,18	3,7	1400	1400	1400	64,3	125,8	7,24	243	44	218	15	12	1,744	11,18	—	—	—
Argus . . . . .	As III	St	180	6	145	160	15,8	4,8	1400	1400	1397	93	181	7,35	228	20,4	314	15	9	1,735	11,5	1544	200	221
	As IV	St S	225	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Basse & Selve . . . . .	Bas IV	St	260	6	155	200	22,65	4,7	1400	1400	1432	130	260	7,22	258	44,3	410	18	9	1,575	11,48	1579	271	284
	Rp III	St	175	6	140	160	14,78	4,65	1400	1400	1382	90	174	7,67	219	17,8	299,65	8,65	6	1,72	11,75	1520	189	245
Bayr. Motoren-Werke (früher Rapp) . . . . .	Rp IV	St	250	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	BMW IIIa	St	185	6	150	180	19,1	6,5	1350	1350	1363	97,5	186	6,4	196	13,8	305,2	15	3,2	1,64	9,75	—	—	—
Benz . . . . .	Bz II	St	110	6	116	160	10,13	—	1425	1425	1388	63,4	123,5	8,13	206	13	223,8	6,78	5	1,81	12,18	—	—	—
	Bz III	St	150	6	130	180	14,33	4,68	1400	1400	1409	82,3	163,2	7,26	227	22,7	291,3	8,7	6,8	1,79	11,38	1550	174	257
	Bz IIIa	St	185	6	130	190	15,2	4,92	1400	1400	1414	106,2	210	8,77	206	4,53	284	12	2,1	1,35	13,8	1670	222	238
	Bz IIIbV	St S	195	8	125	140	13,75	5,25	1700	1700	1719	87,7	210,8	8	208	30	266	10	1,2	1,26	15,35	—	—	—
	Bz IV	St	200	6	145	190	18,8	4,78	1400	1400	1391	116,4	226	7,78	226	8,95	368,3	12,6	7,7	1,63	11,7	1475	234	235
	Bz VI	St	500	12	145	200	19,85	4,97	1400	1400	1374	260,5	500	8,25	215	10	756,5	27	15,3	1,515	12,5	—	—	—
	D I	St	100	6	120	140	9,5	4,5	1400	1400	1402	56,6	110,8	7,5	254	26,2	202	9	6	1,82	11,68	—	—	—
	D II	St	120	6	125	150	11,04	4,5	1400	1400	1390	72,5	140,5	8,26	229	21,4	219,3	7,8	7	1,555	12,75	—	—	—
Daimler (Mercedes) . . . . .	D III	St	160	6	140	160	14,78	4,48	1400	1400	1386	83,5	161,6	7,1	234	24,3	291,8	10	12	1,805	10,95	1660	185	248
	D IIIa	St	160	6	140	160	14,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D IIIb	St S	185	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D IV	St	220	8	140	160	19,77	4,48	1400	910	1400	181,43	231	7,51	228	23,7	412,8	12,8	12	1,787	11,68	—	—	—
	D IVa	St	260	6	160	180	21,7	4,82	1450	1450	1436	133,5	268,5	7,76	241	20,7	431,5	18	8,5	1,605	12,37	1600	273	205
Deutsche Motorenbau-Ges. (Conrad) . . . . .	C III	St	185	6	138	190	17,1	4,7	1400	1400	1406	107,3	210,6	7,89	232	20,2	356	17	9	1,69	12,32	1430	210	237
Masch.-Fabr. Augsburg-Nürnberg . . . . .	Man III	St	175	6	140	170	15,7	4,7	1400	1400	1428	96,5	192	7,72	223	27,4	308	16	7	1,72	12,22	1580	200	230
Körting . . . . .	Kg III V	St S	180	8	110	140	10,62	4,91	2150	1075	{ 2110 1055 }	124,5	183,5	7,4	248	55	252	11,7	—	1,37	17,3	—	—	—
	Kg IV V	St	240	12	120	140	19	4,52	1600	800	1568	231	252,5	7,65	237	40,4	450	21,5	—	1,778	13,3	1750	262	257
Maybach . . . . .	Mb IV	St	240	6	150	180	19,1	5,54	1400	883	{ 1420 895 }	187,5	234,5	7,78	225,5	—	451	—	—	1,92	12,27	—	—	—
	Mb IVa	St	260	6	165	180	23	6	1400	1400	1415	124	245	6,77	217,5	10,4	432	10	—	1,76	10,65	1030	225	238
Göbel . . . . .	Gö II	U	110	7	138	150	15,7	4,42	1200	1200	1188	60,3	100	4,83	403	98	122	—	—	1,22	6,37	1210	100	423
	Gö III	U	160	9	138	200	26,9	4,82	1150	1150	1115	—	—	5,45	429	84	174,8	—	—	1,305	7,03	—	—	—
Oberursel . . . . .	U I	U	100	9	124	150	16,3	3,8	1200	1200	1122	52,3	82,2	4,07	415	102	123	—	—	1,49	5,05	1230	117	354
„ (Doppelstern Uo) . . . . .	U III	U	160	14	124	140	23,65	3,65	1200	1200	1170	84,5	138	4,49	347	89,4	186	—	—	1,347	5,85	1250	158	290
„ (Nachbau Le Rhône) . . . . .	UR II	U	110	9	112	170	15,1	5	1200	1200	1200	71,6	120	5,98	322,5	43,2	144	—	—	1,2	7,98	1320	135	288
„ . . . . .	UR III	U	145	11	112	170	18,4	5,08	1200	1200	1195	83,6	139,5	6,35	317	52	169,5	—	—	1,21	7,6	—	—	—
Rhemag . . . . .	Rhemag II	U	110	9	112	170	15,1	4,98	1200	1200	1208	72,8	123	6,08	325	42	147	—	—	1,197	8,15	—	—	—
	Sh o	U	90	9	100	130	9,18	—	900 l.	900 r.	864	67,0	80,8	4,58	292	51,4	134	—	—	1,66	8,82	—	—	—
	Sh I	U	100	9	114	130	11,95	3,96	900 l.	900 r.	937	85,9	112	4,69	253	81	142,7	—	—	1,272	9,37	—	—	—
Siemens & Halske . . . . .	Sh III	U	160	11	124	140	18,54	4,96	900 l.	900 r.	893	107,6	134,2	5,8	279	134	192	—	—	0,948	11	—	—	—
	—	St	185	6	135	175	—	—	1400	1400	—	—	—	—	220	15	298	—	—	—	—	—	—	—
Austro-Daimler . . . . .	—	St	200	6	135	175	—	—	1500	—	—	—	—	—	220	15	310	—	—	—	—	—	—	—
	—	St	345	12	135	175	—	—	1400	—	—	—	—	—	220	15	465	—	—	—	—	—	—	—
	—	St	170	6	142	178	16	5,40	1400	1400	—	—	—	6,47	—	—	255	—	—	1,50	—	—	—	—
Beardmore . . . . .	—	St	160	6	160	178	16,63	4,63	1400	1400	1433	84,5	169	6,3	279	—	262	8,4	1,0	1,61	10,05	—	—	—
Clément-Bayard . . . . .	—	St	160	8	120	140	—	4,56	1500	1500	—	—	—	7,58	—	—	257*)	—	—	1,61	—	—	—	—
	—	St	220	8	120	170	—	5,42	1500	1500	—	—	—	8,59	—	—	264*)	—	—	1,20	—	—	—	—
Clerget . . . . .	—	U	110	9	120	160	16,3	4,37	1200	1200	1157	78,7	127	7,8	274	70,5	159	—	—	1,25	7,8	1240	155	330
„ (AR 150) . . . . .	—	U	150	9	120	170	17,3	4,85	1200	1200	—	—	—	6,51	—	—	178	—	—	1,19	—	—	—	—
Daimler & Co. (RAF) . . . . .	—	St	100	8	100	140	8,07	4,33	2000	1000	—	—	—	5,12	—	—	212*)	—	—	2,12	—	—	—	—
„ . . . . .	—	St	150	12	100	140	12,2	4,33	2000	1000	—	—	—	5,12	—	—	303*)	—	—	2,02	—	—	—	—
Fiat . . . . .	—	St	120	6	120	140	9,498	—	1400	1400	—	—	—	8,13	—	—	220*)	—	—	1,83	—	—	—	—
	—	St	240	6	240	180	21,7	4,65	1400	1400	1400	129,8	253,7	7,5	225	—	416,3	18	—	1,64	11,7	—	—	—
Gnome (Einventil) . . . . .	—	U	100	9	110	150	12,8	5,32	1200	1200	—	—	—	5,85	296	—	128	—	—	1,28	—	—	—	—
„ (neue Bauart) . . . . .	—	U	120	9	114	170	15,6	5,36	1200	1200	—	—	—	5,76	—	—	150	—	—	1,25	—	—	—	—
	—	St	140	8	120	130	11,78	4,65	1400	1400	1400	71,7	140	7,66	273	9	210,5	19	10,5	1,5	11,9	2600	200	—
	—	St	200	8	120	130	—	4,92 bis	2000	{ 1171 1186 1500 }	—	—	—	7,65	250	—	238*)	—	—	1,19	—	—	—	—
Hispano-Suiza . . . . .	—	St	220	8	120	130	—	5,45	2000	—	—	—	—	8,43	—	—	238*)	—	—	1,08	—	—	—	—
	—	St	170	6	130	180	—	4,89	1400	1400	—	—	—	7,62	—	—	256*)	—	—	1,51	—	—	—	—
Isotta-Fraschini . . . . .	—	U	90	9	105	150	11,7	—	1200	1200	1179	55	90,5	5,91	335	48,8	118	—	—	1,305	7,73	—	—	—



Verlagsbuchhandlung  
Richard Carl Schmidt  
=== & Co. ===



Berlin W 62, Luther-  
straße 14 · Telephon  
=== Lützow 5147 ===

Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik  
Band 13

# Fliegerhandbuch

=== Ein Leitfaden der gesamten Flugtechnik ===

von

**Robert Eyb**

k. u. k. Hauptmann, Feldpilot

320 Seiten mit 224 Abbildungen, darunter einer  
großen Motorentafel

**Preis dauerhaft gebunden M. 24.—**

Dazu noch der ortsübliche Sortimentszuschlag

3. vom Verfasser völlig umgearbeitete Auflage

Die kürzlich erschienene Neuauflage des allseitig geschätzten Handbuches ist vom Verfasser so durchgreifend umgearbeitet worden, daß ein vollständig neues Werk entstanden ist, das in knapper, gedrängter Darstellung alles bietet, was der Flieger an praktischen und theoretischen Kenntnissen nötig hat. Die zahlreichen Abbildungen (darunter ca. 200 neue) sind ausschließlich nach Originalzeichnungen und Photographien des Verfassers angefertigt.

**Verlagsbuchhandlung**  
Berlin W 62, Lutherstr. 14

**Richard Carl Schmidt & Co.**  
Telephon: Amt Lützow 5147



## **Flugtechnische**

## **Bibliothek**

### **Bd. 1: Flugmotoren**

von Hermann Dorner und Walther Isendahl, Ingenieuren.  
3. Auflage, bearbeitet von Ingenieur Walther Isendahl.  
240 Seiten mit 94 Abbildungen im Text. Preis geb. M. 7.20

### **Bd. 2: Moderne Flugzeuge in Wort und Bild** von Heinz Erblich, Flugzeugführer.

2. verbesserte Auflage. 220 Seiten mit 172 Abbildungen  
im Text. Preis gebunden M. 7.20

### **Bd. 3: Störungen am Flugmotor** **ihre Ursachen, Auffindung und Beseitigung** **nebst Flugmotorenkunde** von Dr. Fritz Huth.

Mit 58 Abbildungen, darunter 4 Tafeln und einer Störungstabelle. Preis gebunden M. 7.20

### **Bd. 4: Fliegerschule** **Was muß ich wissen, wenn ich Flieger werden will?** 3. völlig umgearbeitete Auflage. 170 Seiten mit 140 Abbildungen im Text. Preis gebunden M. 7.20

### **Bd. 5: Die Ausbildung zum Flugzeugführer** von Heinz Erblich, Ingenieur und Flugzeugführer. 160 Seiten mit 79 Abbildungen. Preis gebunden M. 7.20

### **Bd. 6: Verspannen von Flugzeugen** von W. Meiß 140 Seiten mit 100 Abbildungen und 3 Tafeln Preis leicht gebunden M. 7.20

(Fortsetzung auf der nächsten Seite.)

**Bd.7: Was der Flieger und der Flug-  
motoren-Monteur vom Stand-  
motor wissen müssen**

Von Alfred Lindner

130 Seiten mit 10 Abbild. im Text. Preis leicht geb. M. 7.20

**Bd.8: Festigkeitslehre für den Flugzeugbau**

von Dipl.-Ing. O. L. Skopik

130 Seiten mit 21 Figuren, Tabellen und zahlreichen  
Rechnungsbeispielen. Preis leicht gebunden M. 7.20

**Bd.9: Vergaser, Brennstoffe und Brenn-  
stoffzuführung für Flugmotoren**

von Ing. Bruno Reinhardt

138 Seiten mit 82 Abbild. im Text. Preis leicht geb. M. 7.20

**Bd.10: Die Landflugzeuge unserer  
Kriegsgegner**

von Ing. u. Flugzeugführer Heinz Erblöh.

200 Seiten mit 137 Abb. im Text. Preis leicht geb. M. 7.20

**Bd.11: Die Notlandung**

Ein Handbuch für Flieger von Alex. Büttner

180 Seiten mit 47 Abbild. Preis leicht gebunden M. 7.20

**Bd.12: Hilfsbuch für Flugzeugmonteure**

von Reinhold Thebls

160 Seiten mit 124 Abbild. im Text. Preis leicht geb. M. 7.20

**Bd.13: Die Seefliegerel**

von Hermann Uflacker

128 Seiten mit 46 Abbild. im Text. Preis gebunden M. 7.20

*Zu den Preisen kommt noch der ortsübliche Sortimentszuschlag*

*(Weitere Bände sind in Vorbereitung.)*

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

Lutherstraße 14

Berlin W 62

Lutherstraße 14

Soeben erschienen:

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik · Band 23**

# **Skizzenbuch für Flugzeugkonstruktoren**

von

**W. Weikert und G. Haenisch**

40 Tafeln mit Text

**Preis gebunden M. 15.—**

Dazu der ortsübliche Sortimentszuschlag

**INHALTSVERZEICHNIS:** Erläuterungen. I. Gewichtstabellen. II. Holmquerschnitte. III. Holmschuhe. IV. Rippen. V. Rippenanschlüsse an die Holme. VI. Stielknotenpunkte. VII. Stielquerschnitte. VIII. Rumpfbeschläge. IX. Steuerungen. X. Fahrgestelle. XI. Gleitkufen. XII. Stoffbefestigungen. XIII. Scharniere.

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik · Band 22**

# **Mechanische und technische Grundlagen des Segelfluges**

150 Seiten mit

von

150 Seiten mit

26 Textabbildungen

**Dr. Raimund Nimführ**

26 Textabbildungen

**Preis gebunden M. 12.—**

Dazu der ortsübliche Sortimentszuschlag

**INHALTSVERZEICHNIS:** I. Einleitung. Problem des Segelfluges. Physikalische Grundlagen. Energiequellen der Atmosphäre. II. Energiequellen für die Leistung der Schweb- und Translationsarbeit. Lotrechtes Geschwindigkeitsgefälle der Luftströmung. Auf- bzw. absteigende Luftströmungen. Pulsierende und oszillierende Windströmungen. Zitter- (Schwirr-) Bewegungen der Flügel. III. Theorie des eigentlichen Segelfluges auf Grundlage des Spannungs- (Entspannungs-) Druckes der atmosphärischen Luft bei dynamischen Verdichtungen (Verdünnungen). Auftriebserzeugung durch dynamische Hebung (Senkung) der atmosphärischen Flächen gleichen Druckes. Quantitative Beschreibung der Vorgänge bei der dynamischen Hebung (Senkung) der Flächen gleichen atmosphärischen Druckes. Dynamische Hebung der Flächen gleichen Druckes über dem wogenden Meere. Dynamische Hebung der Flächen gleichen Druckes in Luftwogen (infolge eines lotrechten Temperatur- und Windsprunges). Dynamische Hebung der Flächen gleichen Druckes infolge der ungleichen Verlängerung von Luftsäulen verschiedener Temperatur. IV. Über die mechanische Nachahmung des Segelfluges. Bedeutung der großen Windsysteme der Erde (Passate und Monsune) für die Wirtschaftlichkeit der Flugzeuge bei der Ausführung des Segelfluges. Konstruktive Forderungen für die technische Nachahmung des Segelfluges. Rückblicke und Ausblicke.



Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.  
Telephon: Lützow 5147    Berlin W 62    Telephon: Lützow 5147

# Motorschiff-Bibliothek

Band 1:

## **Bootsmotoren**

**Konstruktion, Einbau und Behandlung**

Von Ing. Wa. Isendahl

200 Seiten mit 121 Abbildungen. 2. Auflage. Preis geb. M. 7.20

Band 2:

## **Das Motorboot und seine Behandlung**

Von M. H. Bauer

6. Auflage. (Der „Autotechnischen Bibliothek“ früherer Band 15.)  
260 Seiten mit 100 Abbildungen im Text. Preis gebunden M. 8.—

Band 3:

## **U-Boote**

Von Georg Schultze-Bahlke

210 Seiten mit 81 Abbildungen im Text. Preis gebunden M. 7.20

Band 4:

## **Rohölbootsmotoren**

Von Ing. H. Franz


140 Seiten mit 67 Abbildungen. Preis gebunden M. 7.20

In Vorbereitung ist:

## **Motor-Yachten, ihre Einrichtung und Handhabung**

Von Wa. Isendahl

*Zu diesen Preisen kommt noch der ortsübliche Sortimentszuschlag*

**Verlagsbuch-  
handlung** 

Berlin W 62

Telephon:  
Amt Lützow 5147



**Richard Carl  
Schmidt & Co.**

Lutherstr. 14

Telephon:  
Amt Lützow 5147

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

Band 16

# Die Statik im Flugzeugbau

von

**Ober-Ing. Schwengler-Berlin**

200 Seiten mit 79 Abbildungen

**== Preis dauerhaft gebunden 14 Mark ==**

Dazu der ortsübliche Sortimentszuschlag

## INHALT:

**I. Allgemeines. — II. Statische Grundlagen.** A. Holme. 1. Der Träger auf zwei Stützen. 2. Der Träger auf mehreren Stützen. 3. Der Holm als Gurtstab. B. Innenverspannung und Tragwände. C. Spannturm, Fahrgestell. D. Rumpf, Steuerorgane. — **III. Belastungsannahmen.** **IV. Zahlenbeispiele.** 1. Statische Berechnung eines normalen Eindeckers von 8,80 m Spannweite. 2. Statische Berechnung eines Landdoppeldeckers von 9 m Flügelausladung. 3. Statische Berechnung eines Landdoppeldeckers von 16 m Flügelausladung. 4. Steuerflächen. 5. Rumpf. — **V. Genaue Rechenmethoden.** 1. Vergleich von Näherungsformeln. 2. Die Clapeyronischen Gleichungen. 3. Die Gleichungen Müller-Breslaus zur Berechnung des gebogenen und gedrückten Trägers auf mehreren Stützen. 4. Die Deformationen des Zellenfachwerks. 5. Der Stabaufbau der Zelle. 6. Das Konstruktionsmaterial im Flugzeugbau.



Verlagsbuchhandlung  
**Richard Carl Schmidt & Co.**  
Berlin W 62, Lutherstraße 14  
Fernspr.: Amt Lützow 5147

## **Autotechnische Bibliothek**

Zu den nachstehenden Preisen noch  
der ordentliche Sortimentszuschlag

Bd.

1. **Anleitung und Vorschriften für Kraftwagenbesitzer und -führer, nebst Fragen und Antworten für die Prüfung.** Von Max R. Zechlin. 300 Seiten mit 29 Abbildungen. 5. vermehrte und verbesserte Auflage. M. 6.—
2. **Automobil-A-B-C.** Ein Reparaturreisbuch in alphabetischer Reihenfolge von B. von Lengerke und R. Schmidt. 5. Aufl. 270 Seiten mit 162 Abb. im Text. M. 8.—
3. **Die Kunst des Fahrens.** Von B. Martini. 170 Seiten mit 105 Abbildungen. M. 6.—
4. **Automobil-Touristik.** Von B. Martini. 180 Seiten mit 47 Abbildungen im Text. M. 6.—
5. **Automobil-Karosserien.** (I. Teil: Karosserieformen.) Von Wilh. Romeiser, Automobil-Ingenieur. 150 S. mit 90 Abbild. im Text. (Vergr. Siehe Bd. 57).
6. **Das Automobil und seine Behandlung.** Von Zivilingenieur Julius Küster in Berlin. 7. Aufl. 380 Seiten mit 218 Abbildungen im Text. M. 8.—
7. **Der Automobil-Motor.** Von Ingenieur Theodor Lehmbeck in Berlin. 230 Seiten mit 97 Abbildungen im Text. 5. verbesserte Auflage. M. 8.—
8. **Automobil-Getriebe und -Kupplungen.** Von Ingenieur Max Buch. 2. Auflage (z. Z. vergriffen).
9. **Die elektrische Zündung bei Automobilen, Motorfahrrädern, Motorbooten und Luftfahrzeugen.** Von Ingenieur Josef Löwy in Wien. 5. verb. u. stark verm. Aufl. i. Vorb. 260 S. mit 172 Abb. im Text. M. 8.—
10. **Automobil-Vergaser.** Von Johannes Menzel, staatlich geprüfter Bauführer in Berlin. 300 Seiten mit 170 Abbild. im Text. 4. völlig umgearbeitete Auflage von Ing. A. König in Charlottenburg. M. 8.—

**Bd.**

**Autotechnische Bibliothek**

11. **Automobil-Steuerungs-, Brems- und Regulierungs-Vorrichtungen.** Von Ingenieur Max Buch. 2. Aufl., bearbeitet von Th. Lehmbeck. 160 Seiten mit 177 Abbildungen im Text und 3 Tafeln (vergriffen).
12. **Der Lastwagen-Motor.** Von M. Albrecht †. 3. Aufl., völlig neu bearb. von Ing. Herm. Augsbürger in Braunschweig. 300 S. mit 233 Abb. im Text. M. 8.—
13. **Automobil-Rahmen, -Achsen und -Federung.** Von Ing. Max Buch. 2. Auflage, bearbeitet von Th. Lehmbeck. 140 Seiten mit 128 Abb. M. 6.—
14. **Das Nutzautomobil.** Von Ing. A. Simon in Berlin. 180 S. mit 141 Abb. u. vielen Tafeln (z. Z. vergriffen).
15. **[Das Motorboot und seine Behandlung.** Von M. H. Bauer. (Siehe Motorschiff-Bibl. Bd. 2.)]
16. **Das Elektromobil und seine Behandlung.** Von Ing. Josef Löwy (z. Z. vergriffen).
17. **Personen- und Lastendampfwagen.** Von Ziviling. Jul. Küster in Berlin. 234 S. m. 170 Abb. i. Text. M. 6.—
18. **Das Motorrad und seine Behandlung.** Von Ing. Walter Schuricht in München. 250 S. m. 195 Abb. im Text. 4. verb. und verm. Auflage. M. 8.—
19. **Automobilmotor und Landwirtschaft.** Von Theodor Lehmbeck, Ing. in Berlin. 170 S. m. 121 Abb. im Text. 2. Auflage von O. Barsch. M. 7.20.
20. **Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe.** Von Ing. Arnold Heller. 116 S. m. 82 Abb. i. Text. M. 6.—
- 21—24. **Viersprachiges Autotechnisches Wörterbuch:**  
**Deutsch-Französisch-Englisch-Italienisch.**  
240 Seiten (2. Auflage.) (Bd. 21). M. 6.—  
**Französisch-Deutsch-Englisch-Italienisch.**  
131 Seiten (Bd. 22). (Vergriffen.)  
**Englisch-Deutsch-Französisch-Italienisch.**  
207 Seiten (Bd. 23). (Vergriffen.)  
**Italienisch-Deutsch-Französisch-Englisch.**  
200 Seiten (Bd. 24). M. 6.—
25. **Deutsche Rechtsprechung im Automobilwesen.** Von Dipl.-Ingenieur A. Bursch und Zivilingenieur Julius Küster. 190 Seiten. M. 6.—
26. **Automobil-Rennen und Wettbewerbe.** Von B. von Lengerke. 168 S. mit 85 Abb. im Text (z. Z. vergr.).
27. **Leichte Wagen bis inkl. 10 Steuer PS.** Von B. Martini. 3. Aufl., bearb. von C. O. Ostwald (z. Z. vergriffen).



**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

**Bd. Autotechnische Bibliothek**

28. **Chauffeurschule.** Theoretische Einführung in die Praxis des berufsmäßigen Wagenführers. Von Julius Küster, Zivilingenieur in Berlin. 5. verb. Auflage. 320 Seiten mit 180 Abbildungen im Text. M. 8.—
29. **Wagenbautechnik im Automobilbau.** Von Wilhelm Romeiser, Automobil-Ingenieur. 96 Seiten mit 64 Abbild. im Text (z. Z. vergriffen, vgl. Bd. 57).
30. **Patent-, Muster- u. Marken-Schutz in der Motoren- und Fahrzeug-Industrie.** Bearbeitet von Julius Küster, Zivilingen. in Berlin. 323 S. u. 4 Abb. M. 6.—
31. **Der Motor in Kriegsdiensten.** Von Walter Oertel. 157 Seiten mit 20 Abbildungen im Text. M. 6.—
32. **Motor-Yachten, ihre Einrichtung und Handhabung.** Von H. de Méville (Nautikus). (Vergriffen.)
33. **Das moderne Automobil, Konstruktion und Behandlung.** Von B. Martini. 6. verb. Auflage. 280 Seiten mit 202 Textabbildungen. M. 8.—
34. **Praktische Chauffeurschule.** Von Zivilingenieur B. Martini. 300 Seiten mit 213 Textabbildungen und 3 Tafeln. 5. verbesserte Auflage. M. 8.—
35. **Taschenbuch der Navigation f. Motorbootführer.** Von H. Méville (Nautikus). (Vergriffen.)
36. **Das Cyclecar.** Von Otto Lehmann. 190 Seiten mit 136 Abbildungen im Text. M. 7.20.
37. **Motor-Luftschiffe.** Von Ing. Ansbert Vorreiter in Berlin. 150 S. m. 43 Abb. i. Text u. 4 Tafeln. M. 6.—
38. **Rezeptchemie für Autler.** Von Wa. Ostwald, Großbothen i. Sa. 300 S. mit Abb., Tabellen usw. M. 7.20.
39. **Autler-Chemie.** Von Wa. Ostwald, Großbothen i. S. (Vergriffen, siehe Bd. 38). Neuauflage in Vorbereitung.
40. **Autler-Elektrik.** Von Wa. Ostwald, Großbothen. 256 Seiten mit 124 Abbild. u. 1 Tafel (z. Z. vergriffen).
41. **Räder, Felgen und Bereifung.** Von Max Buch und R. Schmidt. 220 Seiten mit 173 Abbildungen. (Vergriffen.)
42. **Kühlung u. Kühlvorrichtungen von Motorwagen.** Von A. Bauschlicher. 140 S. mit 53 Abb. M. 6.—
43. **Anlassen und Anlaßvorrichtungen der Verbrennungsmotoren.** Von Ingen. König, Berlin. 160 Seiten mit 71 Abbild. im Text (z. Z. vergriffen).
44. **Schmierung und Schmiervorrichtungen.** Von A. Bauschlicher. 160 Seiten mit 74 Abb. M. 6.—

45. **Ankauf und Unterhaltung gebrauchter Kraftwagen.** Von Ing. A. König. 160 S. M. 7.20.
46. **Magnetelektrische Zündapparate für Explosionsmotoren.** Von E. Schimek. 2. Auflage. 228 Seiten mit 112 Abbildungen und 23 Tafeln. M. 7.20.
47. **Chauffeurkursus.** Von Ing. A. König. 400 Seiten mit 167 Abbild. 5. verb. Auflage. M. 8.—
48. **Automobil-Beleuchtung.** Von Ing. Jos. Loewy. 130 Seiten mit 118 Abbildungen. M. 6.—
49. **Die Zweitaktmotoren und ihr Anwendungsgebiet.** Von Hans Ledertheil, Zivilingenieur. 2. Auflage. 240 Seiten mit 166 Abbildungen. M. 7.20.
50. **[Fliegerschule.** Von H. Erblich. (s. Flugt. Bibl. Bd. 4.)]
51. **[Moderne Flugzeuge in Wort und Bild.** Von H. Erblich. 2. Aufl. (S. Flugtechn. Bibl. Bd. 2.)]
52. **Warum, wann und wie weit ist der Automobilhalter haftpflichtig.** Von Dipl.-Ing. K. Everts. 120 S. M. 6.—
53. **Die Automobilbetriebsstoffe.** Von Ing. Ernst Jaenichen. 160 S. m. 36 Abb. im Text. 2. Aufl. M. 7.20.
54. **Die Kosten des Automobilbetriebes.** Von Ing. A. König. Mit 45 Beisp., mehreren Tab. usw. M. 6.—
55. **Störungen am Kraftwagen und seinen Teilen.** Angaben über Merkmale, Ursachen und Abhilfe. Von Dipl.-Ing. Schwaiger. 160 Seiten mit 1 Tafel. 2. Aufl. M. 6.—
56. **Das moderne Motorrad.** Konstrukt., Behandlg., Ausrüstg. Von Ing. G. Caesar. 150 S. m. 64 Abb. 3. Aufl. M. 7.20.
57. **Karosseriebau.** Bd. 1. Karosserietypen, Holz- u. Blecharbeiten. Von Ing. K. Reise. 144 S. m. 107 Abb. M. 6.—
58. **Karosseriebau.** Bd. 2. Lack- und Polsterarbeiten. Von Ing. K. Reise. M. 7.20.
59. **Motorpflüge, Vorzüge und Nachteile der einzelnen Systeme.** Von Ing. Otto Barsch, Stettin. 140 Seiten mit 69 Abbildungen im Text. M. 7.20.
60. **Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion von Motorpflügen.** Von Ingenieur Otto Barsch. 190 Seiten mit 106 Abbildungen im Text. M. 7.20.
61. **Technische Ratschläge für den Ankauf von Motorpflügen.** Von Ing. Otto Barsch. M. 7.20.
63. **Mod. Automobil - Straßenreinigungsmaschinen.** Von Otto Barsch, Ing. 160 S. mit 55 Abb. M. 7.20.

*(Weitere Bände sind in Vorbereitung.)*

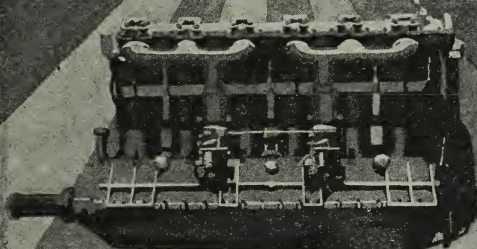
# BASSE & SELVE

*Allena*

*(Westf.)*



## B&S



## SELVE

FLUGMOTOR

Aluminium-

*Kolben*

Stangen, Rohre, Bleche aller Metalle

*Kühlerröhrchen*

Aluminium-u. Eisen-

*Fassonguß*

(Gehäuse, Zylinder)

roh oder fertig bearbeitet

VOO  
MIN

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**  
Lutherstr. 14 · Berlin W 62 · Tel. Amt Lützow 5147

---

# **Der Luftwiderstand und der Flug**

**Versuche, ausgeführt im Laboratorium  
des Marsfeldes**

von

**G. Eiffel**

Früherem Präsidenten der Société des Ingénieurs civils de France

Nach der zweiten durchgesehenen und vermehrten  
Auflage übersetzt von

**Dr. Fritz Huth**

**123 Textabbildungen · 28 Tafeln · Groß-Quart**

**Elegant gebunden M. 40.—**

Dazu der ortsübliche Sortimentszuschlag

\*\*\*\*\*

Das französische Originalwerk dieses weltbekannten Konstrukteurs war nach Verlauf weniger Wochen vollständig vergriffen, wohl der beste Beweis, welche Bedeutung die französischen Flugtechniker den von Eiffel experimentell gewonnenen Resultaten beimessen. Die vorliegende deutsche Ausgabe dürfte daher das Interesse sämtlicher deutschen Flugtechniker beanspruchen, sei es, daß diese praktisch oder theoretisch sich mit dem Flugproblem beschäftigen.



# STAHLLAGER EMIL FENNER

**BERLIN S 14**

Alexandrinestraße 44 · Kommandantenstraße 50

Telephon: Moritzplatz 4780/4750

*Lieferant*  
*der*

*Automobil- u. Flugzeugindustrie*

*Motor- und Schiffbau*

Abt. **STAHL:** Konstruktionsstahl  
Stahlbleche, Feder-  
stahl, Spanndraht  
Spiralfedern, Feder-  
bandstahl  
Gußstahl, Silber-  
stahl, Drahtseil  
Stahlrohr

Abt.

**WERKZEUGE:** Werkzeuge für die  
gesamt. Maschinen-  
und Holzindustrie



3 0112 077588066

3 0112 081890193